

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-261582

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

---

(51)Int.Cl. H03H 9/25

H03H 3/08

---

(21)Application number : 2001- (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC  
307560 IND CO LTD

(22)Date of filing : 03.10.2001 (72)Inventor : ONISHI KEIJI  
NANBA AKIHIKO  
SATO HIROTERU  
MORITOKI KATSUNORI  
BESSHO YOSHIHIRO  
FUJII KUNIHIRO  
MURAKAMI KOZO

---

(30)Priority

Priority number : 2000304788 Priority date : 04.10.2000 Priority country : JP  
2000402871 28.12.2000 JP

---

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE, ITS MANUFACTURING METHOD,  
AND CIRCUIT MODULE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an SAW device which can be made smaller than the conventional types, and to provide its manufacturing method.

SOLUTION: A surface acoustic wave device is equipped with a piezoelectric board 11, a plurality of interdigital electrodes 12 arranged on the main surface 11a for exciting surface acoustic waves, a plurality of bumps 14 arranged on the main surface 11a, and an insulating sheet 15 arranged, so as to face the main surface 11a. The bumps 14 and the interdigital electrodes 12 are electrically connected together, and the bumps 15 are provided penetrating through the insulating sheet 15.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.06.2004

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The surface acoustic wave device with which it had two or more Kushigata electrodes for exciting the surface acoustic wave arranged on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, two or more bumps stationed on said 1 principal plane, and the member which is arranged at said 1 principal-plane side, and contains resin, said bump and said Kushigata electrode were electrically connected, and said some of bumps [ at least ] are buried in said member.

[Claim 2] The surface acoustic wave device according to claim 1 with which said member is an insulating sheet, and said insulating sheet separates with said Kushigata electrode, it is arranged, and said bump has penetrated said insulating sheet.

[Claim 3] The surface acoustic wave device according to claim 2 with which it has further the side attachment wall which is between said piezo-electric substrates and said insulating sheets, and has been arranged around said Kushigata electrode, and said piezo-electric substrate, said insulating sheet, and said side attachment wall form in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[Claim 4] The surface acoustic wave device according to claim 3 said whose space is a closed space.

[Claim 5] The surface acoustic wave device according to claim 3 with which said bump has penetrated said side attachment wall.

[Claim 6] The surface acoustic wave device according to claim 3 with which said side attachment wall consists of a photopolymer.

[Claim 7] The surface acoustic wave device according to claim 3 with which it has further the septum arranged between said Kushigata electrodes and said side attachment walls, and said piezo-electric substrate, said insulating sheet, and said septum form in the interior of said space the 2nd space where said Kushigata electrode can vibrate.

[Claim 8] The surface acoustic wave device according to claim 7 said whose 2nd space is a closed space.

[Claim 9] The surface acoustic wave device according to claim 3 with which it has further the roof member arranged between the septum arranged between said Kushigata electrodes and said side attachment walls, and said piezo-electric substrate and said insulating sheet, and said piezo-electric substrate, said septum, and said roof member form in the interior of said space the 2nd space where said Kushigata electrode can vibrate.

[Claim 10] The surface acoustic wave device according to claim 3 to 9 further equipped with the 1st protection member formed so that said side attachment wall might be covered.

[Claim 11] The surface acoustic wave device according to claim 10 further equipped with the 2nd protection member formed on the other principal planes of the opposite side with said one principal plane of said piezo-electric substrate.

[Claim 12] The surface acoustic wave device according to claim 2 to 11 which is further equipped with the electrode terminal formed on the principal plane of the opposite side and by which said electrode terminal is electrically connected with said piezo-electric substrate side with said bump among the principal planes of said insulating sheet.

[Claim 13] The surface acoustic wave device according to claim 12 to which said electrode terminal and said bump are electrically connected through said solid

packing including the solid packing with which said insulating sheet has conductivity.

[Claim 14] The surface acoustic wave device according to claim 1 which is a space formation member to have further the circuit board arranged so that said one principal plane of said piezo-electric substrate may be countered, equip said circuit board with wiring Rhine formed in the front face by the side of said piezo-electric substrate, arrange said member between said piezo-electric substrates and said circuit boards, and for said member form in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[Claim 15] The surface acoustic wave device according to claim 14 by which said bump penetrates said space formation member, and is connected with said wiring Rhine.

[Claim 16] The surface acoustic wave device according to claim 14 with which said space formation member contains solid packing.

[Claim 17] The surface acoustic wave device according to claim 16 to which said solid packing has conductivity and said bump and said wiring Rhine are electrically connected through said solid packing.

[Claim 18] The surface acoustic wave device according to claim 14 to 17 said whose space is a closed space.

[Claim 19] The surface acoustic wave device according to claim 14 with which the through tube for forming said space is formed in said space formation member.

[Claim 20] The surface acoustic wave device according to claim 14 with which the crevice for forming said space is formed in said space formation member.

[Claim 21] The surface acoustic wave device according to claim 14 with which said space formation member consists of a photopolymer.

[Claim 22] The surface acoustic wave device according to claim 14 to 21 further equipped with the 1st protection member arranged around said space formation member so that said space formation member may be covered.

[Claim 23] The surface acoustic wave device according to claim 22 further

equipped with the 2nd protection member arranged with said one principal plane of said piezo-electric substrate so that the other principal planes of the opposite side may be covered.

[Claim 24] The surface acoustic wave device according to claim 22 whose coefficient of thermal expansion of the ingredient of said 1st protection member is within the limits of 0.8 times to 1.2 times of the coefficient of thermal expansion of the ingredient of said circuit board.

[Claim 25] (a) the process which forms the bump electrically connected to two or more Kushigata electrodes and said Kushigata electrodes for exciting a surface acoustic wave on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate, and (b) -- the manufacture approach of a surface acoustic wave device including the process which said piezo-electric substrate and said insulating sheet are made to approach so that said one principal plane and insulating sheet of said piezo-electric substrate may be made to counter and said bump may penetrate said insulating sheet.

[Claim 26] The process which forms a side attachment wall on said insulating sheet before the process of the above (b) is included further. The process of the above (b) So that said one principal plane and said insulating sheet of said piezo-electric substrate may be made to counter and said bump may penetrate said insulating sheet And said space is the manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 25 which is the space where said Kushigata electrode can vibrate including the process which said piezo-electric substrate and said insulating sheet are made to approach so that said piezo-electric substrate, said insulating sheet, and said side attachment wall may form space in the perimeter of said Kushigata electrode.

[Claim 27] The manufacture approach of a surface acoustic wave device according to claim 26 that said space is a closed space.

[Claim 28] The manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 26 which includes further the process which forms a protection member so that said side attachment wall may be covered after the process of

the above (b).

[Claim 29] The manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 26 which said piezo-electric substrate and said insulating sheet are made to approach in the process of the above (b) so that said bump may penetrate said insulating sheet and said side attachment wall.

[Claim 30] The manufacture approach of a surface acoustic wave device according to claim 25 to 29 of heating said insulating sheet to the temperature more than the glass transition temperature of said resin in the process of the above (b) by said insulating sheet consisting of resin of a semi-hardening condition.

[Claim 31] It sets at the process of the above (b), including further the process which the process of the above (a) is on said 1 principal plane, and forms a septum between said Kushigata electrodes and said side attachment walls. It is the manufacture approach of a surface acoustic wave device according to claim 26 that said piezo-electric substrate and said insulating sheet are made to approach so that said piezo-electric substrate, said insulating sheet, and said septum may form the 2nd space in the perimeter of said Kushigata electrode, and said 2nd space is the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[Claim 32] The process of the above (a) is the manufacture approach of a surface acoustic wave device including the process which forms the roof member used as the lid of a septum and said septum in the perimeter of said Kushigata electrode so that the space where said Kushigata electrode can vibrate may be formed according to claim 25.

[Claim 33] The process of the above (a) includes the process which is on said 1 principal plane and forms a side attachment wall in the perimeter of said Kushigata electrode. The process of the above (b) So that said one principal plane and said insulating sheet of said piezo-electric substrate may be made to counter and said bump may penetrate said insulating sheet And said space is the manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 25 which is the space where said Kushigata electrode can vibrate including the

process which said piezo-electric substrate and said insulating sheet are made to approach so that said piezo-electric substrate, said insulating sheet, and said side attachment wall may form space in the perimeter of said Kushigata electrode.

[Claim 34] Said space is the manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 33 which is a closed space.

[Claim 35] The manufacture approach of a surface acoustic wave device according to claim 25 to 34 of making said insulating sheet penetrating said bump in the process of the above (b), impressing a supersonic wave to said insulating sheet.

[Claim 36] (i) A piezo-electric substrate and two or more Kushigata electrodes formed in one principal plane of said piezo-electric substrate, A surface acoustic element equipped with two or more bumps electrically connected to said two or more Kushigata electrodes, The process which forms the circuit board equipped with one principal plane in which wiring Rhine was formed, (ii) The process which arranges said one principal plane of said piezo-electric substrate, and said one principal plane of said circuit board so that it may counter on both sides of a space formation member, (iii) So that said bump may be buried in said space formation member and may connect with said wiring Rhine electrically The manufacture approach of a surface acoustic wave device that said space formation member forms in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate in the process of the above (iii) including the process which said circuit board and said surface acoustic element are made to approach.

[Claim 37] Said space is the manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 36 which is a closed space.

[Claim 38] The manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 36 or 37 which said bump penetrates said space formation member, and does direct continuation to said wiring Rhine in the process of the above (iii).



[Claim 39] The manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 38 which impresses a supersonic wave to the contact of said bump and said wiring Rhine, and connects said bump and said wiring Rhine in the process of the above (iii).

[Claim 40] The manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 36 which said circuit board and said surface acoustic element are made to approach in the process of the above (iii) including the solid packing of conductivity [ member / said / space formation ] so that said bump may connect with said wiring Rhine electrically through said solid packing.

[Claim 41] The manufacture approach of a surface acoustic wave device according to claim 36 to 40 of heating at least one part chosen from said space formation member and said surface acoustic element in the process of the above (iii).

[Claim 42] The surface acoustic wave device according to claim 36 with which the through tube for forming said space is formed in said space formation member.

[Claim 43] The manufacture approach of a surface acoustic wave device according to claim 36 that the crevice for forming said space is formed in said space formation member.

[Claim 44] The manufacture approach of the surface acoustic wave device according to claim 36 which the pattern for recognizing the location of said circuit board is formed in said one principal plane of said circuit board, and arranges said surface acoustic element and said circuit board in the process of the above (ii) using said pattern.

[Claim 45] The process of the above (i) is the manufacture approach of a surface acoustic wave device including the process which carries out heating sticking by pressure of said space formation member on said wiring Rhine, and heats said space formation member further according to claim 36.

[Claim 46] The process of the above (i) is the manufacture approach of a surface acoustic wave device including the process which arranges a photopolymer on

said wiring Rhine, and the process which forms said space formation member on said wiring Rhine by exposing and developing said photopolymer according to claim 36.

[Claim 47] The process of the above (i) is the manufacture approach of a surface acoustic wave device including the process which arranges a photopolymer on said 1 principal plane of said piezo-electric substrate, and the process which forms said space formation member on said piezo-electric substrate by exposing and developing said photopolymer according to claim 36.

[Claim 48] Claim 36 which includes a wrap process for said space formation member further by the protection member after the process of the above (iii) thru/or the manufacture approach of a surface acoustic wave device given in 47.

[Claim 49] It is a circuit module equipped with the circuit board, a surface acoustic wave device, and a functional device. It has wiring Rhine where said circuit board was formed in the one principal plane, and said surface acoustic wave device and said functional device are mounted in said wiring Rhine. Said surface acoustic wave device A piezo-electric substrate, Two or more Kushigata electrodes for exciting the surface acoustic wave arranged on the 1 principal plane of said piezo-electric substrate, The circuit module with which it had two or more bumps stationed on said 1 principal plane, and the member which is arranged at said 1 principal-plane side, and contains resin, said bump and said Kushigata electrode were electrically connected, and said some of bumps [ at least ] are buried in said member.

[Claim 50] The circuit module according to claim 49 with which said member is an insulating sheet, and said insulating sheet separates with said Kushigata electrode, it is arranged, and said bump has penetrated said insulating sheet.

[Claim 51] The circuit module according to claim 49 which is a space formation member to arrange said member between said piezo-electric substrates and said circuit boards, and form in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate [ said member ].

[Claim 52] The circuit module according to claim 51 which said functional device

is equipped with an electrode, and the electrode of said functional device penetrates said space formation member, and is connected to said wiring Rhine. [Claim 53] Claim 49 equipped with a beer electrode for said circuit board to connect two or more wiring Rhine formed in the interior in the shape of a layer, and said wiring Rhine thru/or a circuit module given in 52.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a surface acoustic wave device, its manufacture approach, and the circuit module that used it.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the miniaturization of the communication equipment represented by the cellular phone and lightweight-ization are progressing quickly. In connection with it, the miniaturization is called for also for a surface acoustic wave device (it may be hereafter called a SAW device) called the filter and resonator which are carried in communication equipment. Moreover, the miniaturization of space required for installation of a

SAW device is also called for.

[0003] As a typical example of the conventional SAW device, the sectional view of the SAW device 900 is typically shown in drawing 38 (hatching is omitted). The SAW device 900 is equipped with the piezo-electric substrate 901, the Kushigata electrode (another expression inter-digital transducer) 902 and the electrode pad 903 which were formed on the piezo-electric substrate 901, a wire 904, the electrode pad 905, an internal electrode 906, the external electrode 907, the ceramics laminated circuit board 908 that consists of a layered product of the ceramics laminated circuit boards 908a, 908b, and 908c, and a covering device 909.

[0004] The Kushigata electrode 902 is an electrode for exciting a surface acoustic wave. The Kushigata electrode 902 is electrically connected to the electrode pad 903 by wiring Rhine (not shown) formed on the piezo-electric substrate 901. The Kushigata electrode 902 is electrically connected with the external electrode 907 through the electrode pad 903, the wire 904, the electrode pad 905, and the internal electrode 906. In a SAW device, in order to secure propagation of a surface acoustic wave, it is necessary to form a closed space in the perimeter of the Kushigata electrode 902. In the SAW device 900, a closed space is formed of the ceramics laminated circuit board 908 and the covering device 909.

[0005] However, in the SAW device 900, in order to wire a wire 904 in three dimension and to perform wirebonding, the electrode pads 903 and 905 needed to be enlarged. Therefore, there was a problem that a miniaturization was difficult, with the structure of the SAW device 900. Moreover, in the SAW device 900, there was a problem that a parasitism inductance with a wire 904 was large.

[0006] In order to solve the above-mentioned problem, the method of mounting a SAW component equipped with the piezo-electric substrate 901, the Kushigata electrode 902, and the electrode pad 903 in a substrate by face down is reported (refer to JP,5-55303,A). As an example of such a SAW device, the sectional view of the SAW device 950 is typically shown in drawing 39 (a part of hatching is

omitted). The SAW device 950 is equipped with the piezo-electric substrate 901, the Kushigata electrode 902 and the electrode pad 903 which were formed on the piezo-electric substrate 901, a bump 951, the electrode pad 952, an internal electrode 953, the external electrode 954, a substrate 955, a dam 956, and the resin film 957.

[0007] The Kushigata electrode 902 is electrically connected to the external electrode 954 through the electrode pad 903, the bump 951, the electrode pad 952, and the internal electrode 953. A closed space is formed in the perimeter of the Kushigata electrode 902 with the resin film 957 formed so that the piezo-electric substrate 901 might be covered. In case a dam 956 forms the resin film 957, it prevents that resin flows into the interior of a closed space. Since the SAW component is mounted in a substrate 955 by the face down, the SAW device 950 can be miniaturized compared with the SAW device 900.

[0008] Moreover, there is also a method of mounting a SAW component by face down in the tight container of the SAW device 900.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there were the following problems in the SAW device 950. In order to manufacture the SAW device 950, the electrode pad 952, an internal electrode 953, and the external electrode 954 must be formed in the front face and the interior of a substrate 955. At this time, if a substrate 955 is thin, curvature will arise in a substrate 955 in process, or a substrate 955 will be damaged. For this reason, it is difficult to make a substrate 955 thin, and there was a problem that the miniaturization of equipment was not enough.

[0010] Moreover, in case the SAW device 950 is manufactured, in order to prevent the inflow of the resin which serves as the resin film 957 on a dam 956, it is necessary to mount by controlling spacing of the piezo-electric substrate 901 and a substrate 955 by very high precision. If a bump 951, the electrode pad 952, and an internal electrode 953 are arranged and mounted on a straight line at this time, mounting in a high precision will become difficult. This is because the

ingredient of an internal electrode 953 differs from the ingredient of a substrate 955. For this reason, in the SAW device 950, the bump 951 and the internal electrode 953 must be shifted and arranged, and there was a problem that sufficient miniaturization was difficult.

[0011] Moreover, in the device with which the SAW component was mounted by the face down method in the tight container of the SAW device 900, the tight container which can arrange a SAW component inside is needed. For this reason, miniaturization sufficient also with such a device was difficult.

[0012] In order to solve the above-mentioned problem, this invention aims at offering the SAW device which can be miniaturized further, and its manufacture approach rather than the conventional SAW device.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the surface acoustic wave device of this invention Two or more Kushigata electrodes for exciting the surface acoustic wave arranged on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, It had two or more bumps stationed on said 1 principal plane, and the member which is arranged at said 1 principal-plane side, and contains resin, said bump and said Kushigata electrode were connected electrically, and said some of bumps [ at least ] are buried in said member. The surface acoustic wave device of this invention can be used for the frequency filter and resonator which are carried in communication equipment.

[0014] In the above-mentioned surface acoustic wave device, said member is an insulating sheet, said insulating sheet separates with said Kushigata electrode, and is arranged, and said bump may penetrate said insulating sheet.

[0015] It has further the circuit board arranged in the above-mentioned surface acoustic wave device so that said one principal plane of said piezo-electric substrate may be countered, said circuit board is equipped with wiring Rhine formed in the front face by the side of said piezo-electric substrate, said member is arranged between said piezo-electric substrates and said circuit boards, and

you may be a space formation member for said member to form in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[0016] Moreover, the 1st manufacture approach of the surface acoustic wave device of this invention (a) The process which forms the bump electrically connected to two or more Kushigata electrodes and said Kushigata electrodes for exciting a surface acoustic wave on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate, (b) The process which said piezo-electric substrate and said insulating sheet are made to approach so that said one principal plane and insulating sheet of said piezo-electric substrate may be made to counter and said bump may penetrate said insulating sheet is included.

[0017] Moreover, the 2nd manufacture approach of the surface acoustic wave device of this invention (i) A piezo-electric substrate and two or more Kushigata electrodes formed in one principal plane of said piezo-electric substrate, A surface acoustic element equipped with two or more bumps electrically connected to said two or more Kushigata electrodes, The process which forms the circuit board equipped with one principal plane in which wiring Rhine was formed, (ii) The process which arranges said one principal plane of said piezo-electric substrate, and said one principal plane of said circuit board so that it may counter on both sides of a space formation member, (iii) The process which said circuit board and said surface acoustic element are made to approach is included so that said bump may be buried in said space formation member and may connect with said wiring Rhine electrically. And in the process of the above (iii), said space formation member forms in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[0018] Moreover, the circuit module of this invention is a circuit module equipped with the circuit board, a surface acoustic wave device, and a functional device. It has wiring Rhine where said circuit board was formed in the one principal plane, and said surface acoustic wave device and said functional device are mounted in said wiring Rhine. Said surface acoustic wave device A piezo-electric substrate,

Two or more Kushigata electrodes for exciting the surface acoustic wave arranged on the 1 principal plane of said piezo-electric substrate, It had two or more bumps stationed on said 1 principal plane, and the member which is arranged at said 1 principal-plane side, and contains resin, said bump and said Kushigata electrode were connected electrically, and said some of bumps [ at least ] are buried in said member.

[0019] By the circuit module of this invention, said member is an insulating sheet, said insulating sheet separates with said Kushigata electrode, and is arranged, and said bump may penetrate said insulating sheet.

[0020] By the circuit module of this invention, said member is arranged between said piezo-electric substrates and said circuit boards, and may be a space formation member for forming in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate [ said member ].

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about the gestalt of operation of this invention. In addition, in explanation of the following operation gestalten, the explanation which attaches the same sign and overlaps may be omitted about the same part.

[0022] (Operation gestalt 1) The surface acoustic wave device (SAW device) of this invention is equipped with two or more Kushigata electrodes for exciting the surface acoustic wave arranged on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, two or more bumps stationed on said 1 principal plane, and the member which is arranged at said 1 principal-plane side, and contains resin. Said bump and said Kushigata electrode are connected electrically. Said some of bumps [ at least ] are buried in said member.

[0023] The operation gestalt 1 explains an example about the SAW device of this invention. Said member of the SAW device of the operation gestalt 1 is an insulating sheet, said insulating sheet separates with said Kushigata electrode, and is arranged, and said bump has penetrated said insulating sheet.

[0024] About the SAW device 10 of the operation gestalt 1, a sectional view is



shown in drawing 1 (A). Moreover, the sectional view when seeing the piezo-electric substrate 11 side from the part of line X-X is shown in drawing 1 (B), and the sectional view when seeing the insulating sheet 15 side from the part of line X-X is shown in drawing 1 (C). The sectional view of drawing 1 (A) is a sectional view in line Y-Y of drawing 1 (B). Illustration of wiring Rhine 18 is omitted in drawing 1 (A).

[0025] Drawing 1 is referred to. The SAW device 10 The piezo-electric substrate 11 (hatching is omitted), Two or more Kushigata electrodes 12 arranged on 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11, With two or more electrode pads 13 arranged on 1 principal-plane 11a, and two or more bumps 14 stationed on 1 principal-plane 11a (specifically electrode pad 13) It has the side attachment wall 16 arranged between the insulating sheet 15 arranged so that 1 principal-plane 11a may be countered, and the piezo-electric substrate 11 and the insulating sheet 15, the external electrode 17 formed on the insulating sheet 15, and wiring Rhine 18 arranged on 1 principal-plane 11a.

[0026] The piezo-electric substrate 11 consists of a piezoelectric ingredient. Specifically, the single crystal substrate which consists of piezoelectric material, such as lithium tantalate, lithium niobate, Xtal, a niobic acid potassium, langasite, and Xtal, can be used. For example, the lithium tantalate substrate of 36 degreey cut can be used. Moreover, the piezo-electric substrate with which the thin film which consists of a zinc oxide or alumimium nitride was formed can also be used. Here, the include angle of a cut of a substrate is explained using drawing 2 . The single crystal 21 of lithium tantalate and the crystallographic axis of a single crystal are shown in drawing 2 . The single crystal 21 has polarized spontaneously in the direction of a c-axis, i.e., Z shaft orientations. The substrate of 36 degreey cut is a substrate from which the single crystal 21 was cut so that Y' shaft which is made to rotate 36 degrees of Y-axes by setting a revolving shaft as the X-axis, and is acquired might serve as the direction of a normal. In drawing 2 , a dotted line shows the cutting direction.

[0027] There is especially no limitation in the thickness of the piezo-electric

substrate 11. It is possible to be able to make the piezo-electric substrate 11 thin in the SAW device 10, for example, to make it within the limits which is 0.05mm - 0.3mm.

[0028] In addition, the SAW device 10 may be further equipped with the film which consists of a silicon compound formed on 1 principal-plane 11a so that the Kushigata electrode 12 might be covered. As a silicon compound, oxidation silicon ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}$ ) and silicon nitride are mentioned, for example.

[0029] The Kushigata electrode 12 is an electrode for exciting a surface acoustic wave. The Kushigata electrode 12 consists of aluminum, a scandium, copper, or these alloys. for example, copper -- 1 - 2wt% -- the aluminium alloy to contain can be used. The Kushigata electrode 12 is arranged so that two Kushigata electrodes 12 may counter as a pair. Each Kushigata electrode 12 is electrically connected to the external electrode 17 through wiring Rhine 18, the electrode pad 13, and the bump 14. In addition, although it simplifies and the Kushigata electrode 12 is illustrating in drawing 1 so that it may have a 3 or five branches-like electrode, it has the electrode of the shape of dozens of or more branch in fact. Moreover, although the operation gestalt 1 shows the case where two pairs of Kushigata electrodes are formed, the number of the Kushigata electrodes is not limited to this. When using a SAW device as a filter, generally two or more pairs of Kushigata electrodes are formed.

[0030] The electrode pad 13 is formed in order to connect a bump 14 and wiring Rhine 18. The electrode pad 13 consists of copper, aluminum, gold, or these alloys. as the electrode pad 13 -- copper -- 1 - 2wt% -- the cascade screen of the aluminium alloy film and golden thin film to contain can be used. The thickness of the electrode pad 13 is 1 micrometer - about 3 micrometers.

[0031] A bump 14 consists of a conductive ingredient, for example, consists of gold or a pewter. A bump's 14 diameter is 50 micrometers - about 200 micrometers. The bump 14 penetrated the side attachment wall 16 and the insulating sheet 15, and has connected with the external electrode 17 electrically. In addition, a bump 14 does not need to penetrate a side attachment wall 16 so

that the operation gestalt 12 may explain.

[0032] The insulating sheet 15 consists of an insulating ingredient with low rigidity. The insulating sheet 15 can be formed by resin, for example, specifically, can be formed by the resin of an epoxy system. The thickness of the insulating sheet 15 is 0.02mm - about 0.2mm. The insulating sheet 15 may also contain conductive solid packing arranged so that it may distribute to the interior. In this case, a bump 14 and the external electrode 17 may be electrically connected through solid packing. That is, it is not necessary to contact a bump 14 and the external electrode 17 directly in this case. Metaled powder can be used for solid packing.

[0033] A side attachment wall 16 consists of insulating resin. A side attachment wall 16 can be easily formed by using a photopolymer especially. The piezo-electric substrate 11, the insulating sheet 15, and a side attachment wall 16 form in the perimeter of the Kushigata electrode 12 the space 19 where the Kushigata electrode 12 can vibrate. Propagation of a surface acoustic wave is secured by space 19. As for space 19, it is desirable that it is a closed space. In addition, space 19 may be made into a closed space with the resin arranged so that the perimeter of a side attachment wall 16 may be covered. In addition, although drawing 1 (A) - (C) shows the case where a side attachment wall 16 is a frame-like, the side attachment wall does not need to enclose the perimeter of the Kushigata electrode. For example, a column-like configuration is sufficient as a side attachment wall. In this case, space around the Kushigata electrode is made into a closed space with the resin arranged so that the perimeter of a side attachment wall may be covered (also in the following operation gestalten, it is the same). The height of a side attachment wall 16, i.e., the distance of the piezo-electric substrate 11 and the insulating sheet 15, is 0.02mm - about 0.2mm. In addition, although the operation gestalt 1 explains the case where the insulating sheet 15 and a side attachment wall 16 are another members, both may really be fabricated by carrying out hot forming of the resin.

[0034] The external electrode 17 functions as a terminal for mounting the SAW device 10 in other substrates. Wiring Rhine 18 is formed in order to connect the

Kushigata electrode 12 and the electrode pad 13. The external electrode 17 and wiring Rhine 18 can be formed with the ingredient generally used to an electrical circuit.

[0035] In addition, the SAW device 10 is an example of the SAW device of this invention, and the SAW device of this invention includes other various gestalten so that the following operation gestalten may explain.

[0036] Since the electrode pad 13, a bump 14, and the external electrode 17 can be arranged on the same straight line in the SAW device of the operation gestalt 1, miniaturizing further is more possible than conventional equipment. Moreover, residual stress of the curvature of equipment, the connection of the electrode pad 13 and a bump 14, and the connection of a bump 14 and the external electrode 17 can be made small by using the resin ingredient of low rigidity for the insulating sheet 35. As a result of the curvature of equipment becoming small, mounting to other wiring substrates becomes easy, and dependability improves. Moreover, as a result of the residual stress of a connection becoming small, the dependability after mounting becomes high.

[0037] (Operation gestalt 2) The operation gestalt 2 explains an example about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[0038] By the manufacture approach of the operation gestalt 2, the bump first connected with two or more Kushigata electrodes for exciting the (a) surface acoustic wave and the Kushigata electrode electrically is formed on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate. Then, one principal plane and the insulating sheet of (b) piezo-electricity substrate are made to counter, and a piezo-electric substrate and an insulating sheet are made to approach so that a bump may penetrate an insulating sheet.

[0039] In addition, the manufacture approach of the operation gestalt 2 is an example of the manufacture approach of this invention, and the manufacture approach of this invention includes other various gestalten so that the following operation gestalten may explain. By the manufacture approach of this invention, the member explained with the operation gestalt 1, for example, a piezo-electric

substrate, the Kushigata electrode, an electrode pad, a bump, an insulating sheet, a side attachment wall, an external electrode, and a member called wiring Rhine can be used.

[0040] (Operation gestalt 3) The operation gestalt 3 explains an example of the SAW device of this invention explained with the operation gestalt 1. The sectional view of the SAW device 30 of the operation gestalt 3 is shown in drawing 3 R> 3 (A) and (B). Drawing 3 (B) is the sectional view which looked at the piezo-electric substrate 31 side from line X-X of drawing 3 (A). Drawing 3 (A) is a sectional view in line Y-Y of drawing 3 (B).

[0041] Two or more Kushigata electrodes 32 with which the SAW device 30 has been arranged on 1 principal-plane 31a of the piezo-electric substrate 31 and the piezo-electric substrate 31, With two or more electrode pads 33 arranged on 1 principal-plane 31a, and two or more bumps 34 stationed on 1 principal-plane 31a (specifically on the electrode pad 33) It has wiring Rhine 38 which connects electrically the side attachment wall 36 arranged between the insulating sheet 35 arranged so that 1 principal-plane 31a may be countered, and the piezo-electric substrate 31 and the insulating sheet 35, the external electrode 37 formed on the insulating sheet 35, the Kushigata electrode 32, and the electrode pad 33.

Thickness is [ 0.6mm and the superficial size of the SAW device 30 ]  
1.5mmx1.0mm.

[0042] The piezo-electric substrate 31 is a lithium tantalate substrate of 36 degreey cut. Thickness is 0.3mm and the size of 1 principal-plane 31a of the piezo-electric substrate 31 is 1.5mmx1.0mm. In addition, in the SAW device 30, it is possible to use the still thinner piezo-electric substrate 31, and the piezo-electric substrate whose thickness is 0.15mm can also be used.

[0043] The SAW device 30 is equipped with four bumps 34. A bump 34 consists of gold. The bump 34 penetrated the side attachment wall 36 and the insulating sheet 35, and has connected with the external electrode 37 electrically. The piezo-electric substrate 31, the Kushigata electrode 32, the electrode pad 33, and a bump 34 constitute a surface acoustic element (it may be hereafter called

a SAW component) 40.

[0044] The insulating sheet 35 consists of epoxy system resin. The thickness of an insulating sheet is 0.025mm and superficial size is the same as that of the piezo-electric substrate 31.

[0045] A side attachment wall 36 consists of resin of an epoxy system. The thickness of a side attachment wall 36 is 0.05mm, and size is the same as that of the piezo-electric substrate 31. The piezo-electric substrate 31, the insulating sheet 35, and a side attachment wall 36 form in the perimeter of the Kushigata electrode 32 the closed space 39 where the Kushigata electrode 32 can vibrate.

[0046] The external electrode 37 consists of the nickel layer and gold layer by which the laminating was carried out to order from the insulating sheet 35 side. The insulating sheet 35, a side attachment wall 36, and the external electrode 37 constitute a carrier 41.

[0047] (Operation gestalt 4) The operation gestalt 4 explains an example which manufactured the SAW device 30 using the manufacture approach explained with the operation gestalt 2. About the manufacture approach of the operation gestalt 4, the sectional view of a production process is shown in drawing 4 (A) - (E). In addition, in drawing 4 (A) - (E), although only one SAW device 30 is shown, generally two or more devices are formed at once using a wafer-like substrate.

[0048] First, as shown in drawing 4 (A), the Kushigata electrode 32, the electrode pad 33, and wiring Rhine 38 (not shown) are formed on 1 principal-plane 31a of the piezo-electric substrate 31. These can be formed by patterning using the formation of a metal membrane and photolithography by sputtering. Furthermore, a bump 34 is formed on the electrode pad 33. A bump 34 connects a golden wire to the electrode pad 33 by ball bonding, and can form by cutting the golden wire. Thus, the SAW component 40 is formed.

[0049] Behind, as it is parallel or is shown in drawing 4 (B) before the process of drawing 4 (A) on the other hand, carrier 41a is formed. About the manufacture approach of carrier 41a, a process sectional view is shown in drawing 5 (A) - (D).

First, as shown in drawing 5 (A), the resin sheet 52 is formed on the mold release sheet 51. The resin sheet 52 consists of resin of a semi-hardening condition.

Then, as shown in drawing 5 (B), by machining of punching etc., the center section of the mold release sheet 51 and the resin sheet 52 is pierced, and side-attachment-wall 36a is formed. Side-attachment-wall 36a becomes a side attachment wall 36 by stiffening resin.

[0050] On the other hand, as shown in drawing 5 (C), insulating sheet 35a is formed on the mold release sheet 53, and the external electrode 37 is formed on insulating sheet 35a. Insulating sheet 35a consists of resin of a semi-hardening condition, and becomes the insulating sheet 35 by hardening of resin. The external electrode 37 can be formed by plating, vacuum deposition, or sputtering. At this time, patterning can be performed using a metal mask or the FOTORISO etching method. Moreover, the external electrode 37 can be formed also by removing some metal sheets by etching, after sticking a metal sheet on insulating sheet 35a with adhesives. Metals, such as copper with easy extension for a metal sheet, are desirable. Moreover, what applied resin and formed insulating sheet 35a on the metal sheet may be used. According to the approach using a metal sheet, the thick and reliable external electrode 37 can be formed easily.

[0051] Then, as shown in drawing 5 (D), after sticking and uniting insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a which exfoliated the mold release sheet 53, the mold release sheet 51 is exfoliated and carrier 41a is formed. Side-attachment-wall 36a is formed in the location corresponding to a bump 34. What is necessary is just to have pasted up side-attachment-wall 36a and insulating sheet 35a on extent from which it does not separate. Specifically, both can be stuck and united by heating both at the temperature which resin does not harden, pressurizing side-attachment-wall 36a and insulating sheet 35a.

[0052] Next, 1 principal-plane 31a of the piezo-electric substrate 31 and insulating sheet 35a (carrier 41a) are made to counter, as shown in drawing 4 (C). And side-attachment-wall 36a and insulating sheet 35a are penetrated, the piezo-electric substrate 31 and insulating sheet 35a are pressurized, and a bump

34 makes them approach so that it may connect with the external electrode 37 as shown in drawing 4 (D). Hereafter, the process which connects a bump 34 to the external electrode 37 may be called mounting process. Side-attachment-wall 36a sticks to the piezo-electric substrate 31, and both are made to approach at this time, so that the piezo-electric substrate 31, side-attachment-wall 36a, and insulating sheet 35a may form a closed space. Side-attachment-wall 36a and insulating sheet 35a can be made to penetrate a bump 34 with small welding pressure at this mounting process by heating carrier 41a (insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a) at temperature lower than the curing temperature of resin, and softening resin. It is desirable to heat carrier 41a (insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a) to the temperature more than the glass transition temperature of resin especially. Moreover, when curing temperature of the resin which is the ingredient of insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a is set to T1 (degree C), it is desirable to heat carrier 41a at the temperature below \*\* (T1-20). By this, it can prevent that resin hardens in the middle of a mounting process.

[0053] Next, as shown in drawing 4 (E), by heating carrier 41a at the temperature of 160 degrees C, side-attachment-wall 36a and insulating sheet 35a are stiffened, and the carrier 41 equipped with a side attachment wall 36 and the insulating sheet 35 is formed. Thus, the SAW device 30 can be formed.

[0054] In addition, by the manufacture approach of the operation gestalt 4, two or more SAW components 40 can be formed on a wafer, as shown in drawing 6 (A) and (B), or drawing 7 (also in the following operation gestalten, it is the same). Drawing 6 (A) shows the top view of the piezo-electric wafer-like substrate 61, and drawing 6 (B) shows the enlarged drawing of the field A of drawing 6 (A). Drawing 7 is the enlarged drawing showing other examples about the field A of drawing 6 (A). As for a wafer, that whose diameter is 3-4 inches is usually used. Moreover, the piezo-electric substrate which cut down the wafer in specific magnitude may be used.

[0055] Similarly, as shown in drawing 8 (A) and (B), or drawing 9 R> 9, two or



more carriers 41 may be formed in coincidence (also in the following operation gestalten, it is the same). Drawing 8 R> 8 (A) shows the case where two or more side-attachment-wall 36a (a slash shows drawing 8 (B) and drawing 9 R> 9) is formed on the insulating sheet 81 which is the aggregate of insulating sheet 35a. Drawing 8 (B) shows the enlarged drawing of the field B of drawing 8 (A).

Moreover, drawing 9 is the enlarged drawing of other examples of Field B.

[0056] After dividing two or more SAW components 40 formed using the piezo-electric wafer-like substrate 61 for every component, they may be mounted in the insulating sheet 81. Moreover, two or more SAW components 40 formed using the piezo-electric substrate 61 may be put in block as they are, and may be mounted in the insulating sheet 81. By mounting collectively, a SAW device can be manufactured with sufficient productivity to low cost.

[0057] In addition, by the manufacture approach of the operation gestalt 4, two or more SAW components are produced using piezo-electric wafer-like thick substrate, and after mounting in a carrier as further shown in drawing 8 (B) or drawing 9 collectively, a piezo-electric substrate may be ground and you may make it thin (also in the following operation gestalten, it is the same). It is desirable to close the boundary of the SAW component and carrier in the edge of a wafer by removable resin in the case of polish. By this, it can prevent that an abrasive material invades between a SAW component and a carrier. By this manufacture approach, since a SAW device can be formed using a thick piezo-electric substrate, a SAW device can be especially manufactured with the sufficient yield.

[0058] By the manufacture approach of the operation gestalt 4, since the insulating sheet 35 consists of a rigid low ingredient, a mounting process can be performed easily. Moreover, since it is not necessary to arrange a bump's 34 height, manufacture is easy. Moreover, since soldering is not needed for immobilization with the SAW component 40 and a carrier 41, it becomes unnecessary to heat a component to an elevated temperature, and pyroelectric destruction of a component can be prevented.

[0059] In addition, the piezo-electric substrate 31 and insulating sheet 35a may be made to approach in the mounting process of drawing 4 (D), impressing a supersonic wave to the SAW component 40, carrier 41a (insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a), or both. What is necessary is just to impress a supersonic wave during the 1 scheduled time in a mounting process. What is necessary is to start impression of a supersonic wave after [ of 100 ] m seconds, and just to specifically impress a supersonic wave until after mounting termination, after a bump 34 starts the penetration to side-attachment-wall 36a. By impressing a supersonic wave, the effectiveness which can make small welding pressure in (1) mounting process and which can make low whenever [ in (2) mounting processes / stoving temperature ] that the (3) bump 34 and the external electrode 37 are connectable good is acquired. Below, such effectiveness is explained.

[0060] If the welding pressure at the time of a mounting process is too high, the piezo-electric substrate 31 may break, or side-attachment-wall 36a may be crushed. Therefore, the small thing of the welding pressure at the time of a mounting process is desirable. In the manufacture approach of the operation gestalt 4, if the number of bumps 34 is set to n (it is the same hereafter), welding pressure required for making a bump 34 penetrate will be made to 70% or less by impressing the supersonic wave of  $0.1n$  (W). Moreover, required welding pressure is made to 50% or less by impressing the supersonic wave of  $0.2$  and  $n$  (W).

[0061] If whenever [ stoving temperature / at the time of a mounting process ] is too high, the resin which constitutes insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a may become soft too much. Moreover, if whenever [ stoving temperature ] is too high, the property of the SAW component 40 may deteriorate. Therefore, the low thing of whenever [ stoving temperature / at the time of a mounting process ] is desirable. In the manufacture approach of the operation gestalt 4, (degree C) is made to 80% or less by impressing the supersonic wave of  $0.1$  and  $n$  (W) whenever [ required for making bump 34 penetrate stoving

temperature ]. Moreover, (degree C) is made to 60% or less whenever [ required stoving temperature ] by impressing the supersonic wave of 0.2 and n (W).

[0062] If a supersonic wave is impressed at the time of a mounting process, since it can prevent that resin remains in the interface of a bump 34 and the external electrode 37, the dependability of the connection of a bump 34 and the external electrode 37 improves. Consequently, a SAW device with the high dependability over an environmental change and vibration is obtained.

[0063] Furthermore, when impressing a supersonic wave in a mounting process, it is desirable to perform a mounting process so that a bump 34 and the external electrode 37 may be formed with gold and both may be connected at a golden solid phase diffusion reaction. What is necessary is to make whenever [ stoving temperature ] into within the limits of 120 degrees C - 200 degrees C, and just to specifically perform a mounting process, impressing the supersonic wave of 0.2 and n (W) - 1, and n (W) within the limits. Since a part of supersonic wave impressed at this time is absorbed by insulating sheet 35a and side-attachment-wall 36a, even if it impresses a supersonic wave with an output higher than the output of the supersonic wave impressed by general mounting, there is little breakage of a SAW device. Therefore, the supersonic wave of a high output can be impressed and it becomes possible to reduce whenever [ stoving temperature ] to 120 degrees C. By connecting a bump 34 and the external electrode 37 using a golden solid phase diffusion reaction, the dependability of connection between a bump 34 and the external electrode 37 can be improved. Moreover, according to this connection method, it can prevent that the property of the SAW component 40 falls with heating.

[0064] (Operation gestalt 5) The operation gestalt 5 explains other examples of the SAW device of this invention. About the SAW device 100 of the operation gestalt 5, a sectional view is shown in drawing 10 (A). Moreover, the sectional view when seeing the piezo-electric substrate 31 side from line X-X of drawing 10 (A) is shown in drawing 10 (B). The sectional view of drawing 10 (A) is a sectional view in line Y-Y of drawing 10 (B). Illustration of wiring Rhine 38 is

omitted in drawing 10 (B).

[0065] In addition to the SAW device 30 of the operation gestalt 3, the SAW device 100 is further equipped with the septum 101 arranged between the Kushigata electrode 32 and a side attachment wall 36. Except for a septum 101, the SAW device 100 is the same as the SAW device 30.

[0066] A septum 101 consists of resin. Specifically, photosensitive acrylic resin, a photosensitive epoxy resin, or photosensitive polyimide resin can be used. The piezo-electric substrate 31, the insulating sheet 35, and the septum 101 form the 2nd closed space 109. That is, the closure of the perimeter of the Kushigata electrode 32 is carried out to the duplex by closed space 39 and 109.

Furthermore, a septum 101 prevents the insulating sheet 35 with low rigidity deforming, and contacting the Kushigata electrode 32. Thus, in order to equip the SAW device 100 with a septum 101, a SAW device with especially high property and dependability is obtained.

[0067] The SAW device 100 can be manufactured by adding the process which forms a septum 101 to the manufacture approach explained with the operation gestalt 4. An example of the manufacture approach is explained below. First, as shown in drawing 11 (A), the Kushigata electrode 32 and the electrode pad 33 are formed on 1 principal-plane 31a of the piezo-electric substrate 31.

[0068] Next, as shown in drawing 11 (B), the photosensitive acrylic resin sheet 111 is laminated on 1 principal-plane 31a. It is made for the thickness of the acrylic resin sheet 111 to become larger than the height of a side attachment wall 36.

[0069] Next, as shown in drawing 11 (C), exposure and development of the acrylic resin sheet 111 are performed, patterning of the acrylic resin sheet 111 is carried out, and septum 101a is formed. Septum 101a becomes a septum 101 by hardening of resin.

[0070] Next, as shown in drawing 11 (D), a bump 34 is formed on the electrode pad 33. After that, the SAW device 100 can be manufactured by the approach explained with the operation gestalt 4, and the same approach.

[0071] By the above-mentioned manufacture approach, it can prevent the insulating sheet 35 deforming and contacting the Kushigata electrode 32 by forming a septum 101. Moreover, a side attachment wall 36 can prevent deforming with high welding pressure and contacting the Kushigata electrode 32.

[0072] (Operation gestalt 6) The operation gestalt 6 explains an example of others of the SAW device of this invention. About the SAW device 120 of the operation gestalt 6, a sectional view is shown in drawing 12 R> 2. It differs in that the SAW device 120 is further equipped with the roof member 121 compared with the SAW device 100. With the operation gestalt 6, the overlapping explanation is omitted about the same part as the SAW device 100.

[0073] The roof member 121 is arranged between the piezo-electric substrate 31 and the insulating sheet 35. The roof member 121 consists for example, of acrylic resin. The roof member 121 is a member used as the lid of a septum 101. The piezo-electric substrate 31, a septum 101, and the roof member 121 form the 2nd closed space 129. The roof member 121 touches the insulating sheet 35.

[0074] In the SAW device 120, the closure of the perimeter of the Kushigata electrode 32 is carried out to the duplex by a closed space 39 and the closed space 129. Therefore, according to the SAW device 120, the airtightness around the Kushigata electrode 32 can be raised. Moreover, the insulating sheet 35 can prevent contacting the Kushigata electrode 32.

[0075] The SAW device 120 can be manufactured by arranging the roof member 121 on septum 101a after the process of drawing 11 (C). The roof member 121 can form the sheet which consists of a photopolymer by carrying out patterning by exposure and development. At this time, the sum of the height of septum 101a and the thickness of the roof member 121 forms septum 101a and the roof member 121 so that it may become larger than the height of a side attachment wall 36. By the manufacture approach of the operation gestalt 6, the effectiveness explained with the operation gestalt 5 is acquired. Furthermore, according to this manufacture approach, it can prevent that the property of the SAW component 40 falls with the organic solvent generated when stiffening resin.

[0076] In addition, the roof member 121 may be arranged in the insulating sheet 35 and the distant location. About such a SAW device 130, a sectional view is shown in drawing 13 . In the SAW device 130, since the insulating sheet 35 and the roof member 121 do not touch, it can prevent that a chemical reaction etc. arises among both. For this reason, a SAW device especially with high dependability is obtained. Moreover, the insulating sheet 35 and the roof member 121 can be formed with a different ingredient.

[0077] (Operation gestalt 7) The operation gestalt 7 explains other examples of the SAW device of this invention. About the SAW device 140 of the operation gestalt 7, the enlarged drawing of the part of a SAW component is shown in drawing 14 . In addition, the SAW device 140 is equipped with the carrier 41 as well as the SAW device 30.

[0078] Only points equipped with the film 141 with which the SAW device 140 was formed on 1 principal-plane 31a of the piezo-electric substrate 31 as compared with the SAW device 30 of the operation gestalt 3 differ. With the operation gestalt 7, the overlapping explanation is omitted about the same part as the SAW device 30.

[0079] The SAW device 140 is equipped with the film 141 formed on 1 principal-plane 31a so that two or more Kushigata electrodes 32 might be covered. The film 141 consists of an ingredient which raises the adhesive property of the piezo-electric substrate 31 and a side attachment wall 36. A silicon compound can be used, for example, specifically, oxidation silicon ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}$ ) and silicon nitride can be used.

[0080] In the SAW device 140, the adhesive property between the piezo-electric substrate 31 and a side attachment wall 36 improves with the film 141. For this reason, the moisture which trespasses upon a closed space 39 from the interface of the piezo-electric substrate 31 and a side attachment wall 36 can be decreased, and the moisture resistance of equipment improves. Moreover, the dependability of a device improves by adhesive improvement.

[0081] In order to check this effectiveness, the SAW devices 30 and 140 were

actually produced, and the leakage test using inert gas was performed.

Consequently, the amount of leaks of the gas from a closed space in the SAW device 140 became 1/10 or less [ of the amount of leaks in the SAW device 30 ].

[0082] Moreover, the reliability trial left under 85 degrees C and the ambient atmosphere of 85% of relative humidity was performed about the SAW devices 30 and 140. Consequently, the defect incidence rate of the SAW device 140 was very low compared with the SAW device 30.

[0083] Moreover, the spalling test was performed about the SAW devices 30 and 140. Consequently, the defect incidence rate of the SAW device 140 was very low compared with the SAW device 30.

[0084] (Operation gestalt 8) The operation gestalt 8 explains other examples of the SAW device of this invention. The SAW device of the operation gestalt 8 is a device which formed the protection member in the SAW device 30.

[0085] The sectional view of the SAW device 150 of the operation gestalt 8 is shown in drawing 15 . the SAW device 150 -- the SAW device 30 -- comparing -- a side face (side attachment wall 36) -- a wrap -- it differs in that the damp-proof protection member 151 is formed like.

[0086] The protection member 151 consists of a damp-proof high ingredient. Specifically, a silicon compound, epoxy system resin, silicone system resin, fluororesin, or acrylic resin can be used. Water-repellent fluororesin, and SiO<sub>2</sub> or SiN can still more specifically be used. When it is left in 121 degrees C, two atmospheric pressures, and a saturated steam draft for 20 hours, as for the resin used as the ingredient of the protection member 151, it is desirable that fluctuation of mass is 2% or less.

[0087] The protection member 151 raises the shock resistance of equipment while preventing that moisture trespasses upon a closed space 39. Therefore, the SAW device 150 has moisture resistance and shock resistance still higher than the SAW device 30.

[0088] in addition, the protection member 151 -- other principal plane 31b (1 principal-plane 31a is the principal plane of the opposite side) of the piezo-

electric substrate 31, and the side face (side attachment wall 36) of equipment -- a wrap -- you may form like. The sectional view of an example is shown in drawing 16 about such a SAW device 160.

[0089] It differs in that the SAW device 160 is equipped with the protection member 161 in the SAW device 30. The protection member 161 is formed so that other principal plane 31b of the piezo-electric substrate 31 and a side face may be covered. The same ingredient as the protection member 151 can be used for the protection member 161. Since the protection member 161 is formed so that other principal plane 31b may be covered, in addition to the effectiveness acquired by the protection member 151, the further excellent shock resistance is obtained. The protection member 161 is a protection member which formed as one the 1st protection member formed so that a side attachment wall 36 might be covered, and the 2nd protection member formed so that other principal plane 31b might be covered.

[0090] The SAW devices 150 and 160 were actually produced, and shock-proof evaluation was performed. The trial which a 10g dead weight is attached [ trial ] to each equipment, and specifically drops a concrete side was performed. Consequently, the SAW device 160 excelled the SAW device 150 in shock resistance further.

[0091] In addition, the protection member may be further covered with the wrap protective coat in the front face (also in the following protection members, it is the same). A protective coat consists of for example, a silicon compound, a water-repellent resin ingredient, or a metallic material. A silicon dioxide and silicon nitride can be used as a silicon compound. Fluororesin and silicone system resin can be used as a water-repellent resin ingredient.

[0092] (Operation gestalt 9) The operation gestalt 9 explains other examples of the SAW device of this invention. About the SAW device 170 of the operation gestalt 9, a sectional view is shown in drawing 17 . The SAW device 170 is equipped with the protection member 171 formed on other principal plane 31b (1 principal-plane 31a is the principal plane of the opposite side) of the piezo-



electric substrate 31.

[0093] The protection member 171 is formed in order to raise the shock resistance of equipment. The protection member 171 consists of an ingredient which absorbs an impact, for example, consists of resin. Specifically, epoxy system resin, silicone system resin, or acrylic resin can be used. Also in these, when the contraction stress at the time of hardening is taken into consideration, silicone system resin with low rigidity is more desirable.

[0094] The SAW devices 30 and 170 were formed using the piezo-electric substrate 31 whose thickness is 0.15mm, and shock resistance was evaluated. The SAW devices 30 and 170 which attached the 100g dead weight were specifically dropped to the concrete side, and shock resistance was evaluated. Consequently, in the SAW device 170, shock resistance was improving further rather than the SAW device 30.

[0095] In addition, like the SAW device 160, the protection member 171 may be formed so that other principal plane 31b and a side face may be covered. By this, the moisture resistance and shock resistance of a SAW device improve.

[0096] (Operation gestalt 10) The operation gestalt 10 explains other examples about the SAW device and its manufacture approach of this invention.

[0097] About the manufacture approach of the operation gestalt 10, a process sectional view is shown in drawing 18 (A) -18(C). First, a carrier 182 and the SAW component 40 are made to counter in the upper part of a plinth 181, as shown in drawing 18 (A). As a plinth 181, the plinth made from stainless steel to which the coat of the front face was carried out of Teflon (trademark) can be used, for example. A carrier 182 can be formed except for not forming the external electrode 37 by the approach shown in drawing 5 , and the same approach. The SAW component 40 can be formed by the approach explained by drawing 4 (A), and the same approach.

[0098] Next, as shown in drawing 18 (B), a carrier 182 is made to penetrate a bump 34 and a bump 34 is pushed against a plinth 181. The tip of the bump 34 who penetrated the carrier 182 is available as an electrode terminal area.

[0099] It is desirable to prepare the film for fixing prevention (for example, Teflon coat) in the front face of a plinth 181 at the process of drawing 18 (B). By this, it can prevent that a bump 34 and a plinth 181 fix. Thus, the SAW device 180 shown in drawing 18 (C) is obtained.

[0100] By the manufacture approach of the operation gestalt 10, since the process which forms the external electrode 37 can be skipped, the SAW device of this invention can be manufactured cheaply. Moreover, to form the external electrode 37, it is necessary to form the insulating sheet 35 with an ingredient which bears the process which forms the external electrodes 37, such as a plating process and a gaseous-phase membrane formation process. On the other hand, there is such no constraint by the manufacture approach of the operation gestalt 10. For this reason, the width of face of selection of the ingredient of the insulating sheet 35 spreads.

[0101] In addition, the plinth which equipped with the crevice the part in which an electrode terminal area is formed instead of the plinth 181 may be used. About the manufacture approach using such a plinth 191, the sectional view of a production process is shown in drawing 19 (A) - (C).

[0102] Drawing 19 (A) In the production process of - (C), the plinth 191 by which crevice 191a was formed in the part in which an electrode terminal area is formed is used. Consequently, the tip of the bump 34 who penetrated the carrier 182 is formed in the form of crevice 191a, and is set to electrode terminal area 34a. Thus, by using a plinth 191, electrode terminal area 34a can be formed correctly, and a SAW device can be easily mounted with sufficient dependability.

[0103] (Operation gestalt 11) The operation gestalt 11 explains other examples about the SAW device and its manufacture approach of this invention. About the manufacture approach of the operation gestalt 11, a process sectional view is shown in drawing 20 (A) and (B).

[0104] First, a carrier 182 and the SAW component 40 are made to counter in the upper part of the wiring substrate 201, as shown in drawing 20 (A). The wiring substrate 201 contains electrode 201b formed on substrate 201a and substrate

201a. Substrate 201a consists of for example, glass epoxy, paper epoxy, a paper phenol, aramid resin, or ceramics. Electrode 201b consists of gold and tin plating may be performed to the front face. A printed circuit board is sufficient as the wiring substrate 201, and the ceramics substrate with which the circuit was built in is sufficient as it. The SAW component 40 and the carrier 182 are the same as that of what was mentioned above.

[0105] Next, as shown in drawing 20 (B), a carrier 182 is made to penetrate a bump 34 and a bump 34 and electrode 201b are connected further electrically. The conditions at this time change with ingredients of electrode 201b.

[0106] When both the bump 34 and electrode 201b consist of gold, both can be connected electrically and mechanically by the golden solid phase diffusion reaction. A golden solid phase diffusion reaction can heat the wiring substrate 201 at 120 degrees C - about 300 degrees C, and can be made to raise it by impressing a supersonic wave. However, when the piezo-electric substrate 31 consists of an ingredient with a high pyroelectric multiplier, in order to avoid pyroelectric destruction, it is necessary to make whenever [stoving temperature] into 200 degrees C or less. When using the Xtal substrate with a pyroelectric multiplier low as a piezo-electric substrate 31, heating to about 300 degrees C is possible. Moreover, whenever [stoving temperature] is restricted by the ingredient of a side attachment wall 36 or the insulating sheet 35. When whenever [stoving temperature] is as low as about 120 degrees C, it is necessary to impress the supersonic wave of  $1 \text{ and } n \text{ (W)}$  ( $n$  is number of bumps 34) extent.

[0107] When a bump 34 consists of gold and electrode 201b consists of gold with which sputtering was performed to the front face, both can be connected electrically and mechanically only by impressing a supersonic wave without heating. Specifically, a bump 34 and electrode 201b are mechanically [electrically and] connectable by impressing the supersonic wave of  $0.2 \text{ and } n \text{ (W)}$ . However, mounting of the SAW component 40 becomes easy by heating at this time. However, as for heating, it is desirable to carry out in the range in which

the property of the SAW component 40 does not deteriorate. A bump's 34 gold and the tin of electrode 201b form an eutectic at a subsequent reflow process, and form firm junction.

[0108] (Operation gestalt 12) The operation gestalt 12 explains other examples of the SAW device of this invention. About the SAW device 210 of the operation gestalt 12, a sectional view is shown in drawing 2121 (A) and (B). Drawing 21 (A) is a sectional view (wiring Rhine 38 is omitted) in line Y-Y of drawing 21 (B). Drawing 21 (B) is a sectional view when seeing the piezo-electric substrate 31 side from line X-X of drawing 21 (A).

[0109] The SAW device 210 is equipped with the side attachment wall 215 arranged around the Kushigata electrode 32. A side attachment wall 215 consists of the same ingredient as a side attachment wall 36. A side attachment wall 215 is arranged in the same location as the septum 101 of drawing 10 (B). The piezo-electric substrate 31, a side attachment wall 215, and the insulating sheet 35 form a closed space 219. In the SAW device 210, the side attachment wall 215 is arranged inside the bump 34. A bump 34 does not penetrate a side attachment wall 215, but penetrates only the insulating sheet 35.

[0110] The manufacture approach of the SAW device 210 is explained below. The SAW device 210 can be manufactured except for the production process of a side attachment wall 215 by the approach explained with the operation gestalt 4, and the same approach.

[0111] A side attachment wall 215 may be formed on the piezo-electric substrate 31, or may be formed on the insulating sheet 35. When forming a side attachment wall 215 on the piezo-electric substrate 31, it can form with photolithography using photosensitive resin. By this, a side attachment wall 215 can be formed in a position with a sufficient precision, and the miniaturization of equipment and improvement in the manufacture yield are attained. When forming a side attachment wall 215 on the insulating sheet 35, it can form by the same approach as a side attachment wall 36.

[0112] By the manufacture approach of the SAW device 210, in order not to

make a side attachment wall penetrate a bump 34, control of the conditions at the time of a mounting process becomes easy.

[0113] In addition, a protection member may be formed so that other principal plane 31b of the side face of the SAW device 210 or the piezo-electric substrate 31 may be covered. About SAW device 210a in which the protection member 151 was formed only on the side face of equipment, a sectional view is shown in drawing 22 (A). Moreover, a sectional view is shown in drawing 22 (B) about SAW device 210b which formed the protection member 161 so that the side face of equipment and other principal plane 31b might be covered. By forming a protection member, the moisture resistance and shock resistance of equipment improve.

[0114] Moreover, the insulating sheet 35 may be equipped with roof section 35b. About such SAW device 210c, a sectional view is shown in drawing 23 . In SAW device 210c, the piezo-electric substrate 31, a side attachment wall 215, and roof section 35b form a closed space 219. In addition, a protection member may be formed in the perimeter of SAW device 210c like the SAW devices 210a and 210b.

[0115] (Operation gestalt 13) The operation gestalt 13 explains an example about the circuit module of this invention. About the circuit module 240 of the operation gestalt 13, a sectional view is shown in drawing 24 . The circuit module 240 contains the wiring substrate 201, the SAW device 30, and the protection member 241.

[0116] Passive circuit elements, such as a functional device, may be mounted on the wiring substrate 201. Specifically, discrete part and semiconductor integrated circuits, such as resistance, a capacitor, a coil, and diode, may be mounted. The SAW device 30 can be mounted by soldering the external electrode 37 to electrode 201b of for example, a wiring substrate. By the circuit module 240, since the insulating sheet 35 consists of an ingredient of low rigidity, the insulating sheet 35 absorbs the stress produced by soldering. Therefore, the thin piezo-electric substrate 31 can be used by the circuit module 240.

[0117] The SAW device 30 is covered by the protection member 241. The same ingredient as the protection member 151 can be used for the protection member 241.

[0118] In addition, the ceramics laminated circuit board by which electronic parts were built in the interior may be used instead of the wiring substrate 201. About such a circuit module 250, a sectional view is typically shown in drawing 25 .

[0119] The circuit module 250 is equipped with the ceramics laminated circuit board 251, the SAW device 30, and the protection member 252 and passive circuit elements. Wiring Rhine 253 and the grand electrode 254 are formed in the front face of the ceramics laminated circuit board 251. The capacitive component 255 is formed in the interior of the ceramics laminated circuit board 251. The SAW device 30 and the resistance element 256 (hatching is omitted) are mounted in wiring Rhine 253.

[0120] The SAW device 30 is covered by the protection member 252. The same ingredient as the protection member 151 can be used for the protection member 252.

[0121] In addition, the SAW devices mounted on the wiring substrate 201 or the ceramics laminated circuit board 251 may be other SAW devices of not only the SAW device 30 but this invention.

[0122] (Operation gestalt 14) The operation gestalt 14 explains other examples about the surface acoustic wave device of this invention. The SAW device of the operation gestalt 14 is equipped with two or more Kushigata electrodes for exciting the surface acoustic wave arranged on the 1 principal plane of a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, two or more bumps stationed on said 1 principal plane, and the member which is arranged at said 1 principal-plane side, and contains resin. Said bump and said Kushigata electrode are connected electrically. Said some of bumps [ at least ] are buried in said member.

[0123] The SAW device of the operation gestalt 14 is further equipped with the circuit board further arranged so that said one principal plane of said piezo-electric substrate may be countered. Said circuit board is equipped with wiring

Rhine formed in the front face by the side of said piezo-electric substrate. The member containing said resin is a space formation member for forming in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[0124] The SAW device of the operation gestalt 14 contains the SAW device of various gestalten so that the following operation gestalten may explain. In addition, although the frame-like space formation member is shown in the following operation gestalten, the space formation member does not need to enclose the perimeter of the Kushigata electrode. For example, a column-like configuration is sufficient as a space formation member. In this case, space around the Kushigata electrode is made into a closed space with the resin arranged so that the perimeter of a space formation member may be covered.

[0125] (Operation gestalt 15) The operation gestalt 15 explains an example about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[0126] By the manufacture approach of the operation gestalt 15, a surface acoustic element equipped with two or more bumps first connected to two or more Kushigata electrodes formed in one principal plane of (i) piezo-electricity substrate and said piezo-electric substrate and said two or more Kushigata electrodes electrically and the circuit board equipped with one principal plane in which wiring Rhine was formed are formed. Then, said one principal plane of the (ii) aforementioned piezo-electricity substrate and said one principal plane of said circuit board are arranged so that it may counter on both sides of a space formation member. Then, said circuit board and said surface acoustic element are made to approach so that said (iii) bump may be buried in said space formation member and may connect with said wiring Rhine electrically. In the process of the above (iii), said space formation member forms in the perimeter of said Kushigata electrode the space where said Kushigata electrode can vibrate.

[0127] In addition, the manufacture approach of the operation gestalt 15 is an example of the manufacture approach of this invention, and the manufacture approach of this invention includes other various gestalten so that the following

operation gestalten may explain. By the manufacture approach of this invention, the member explained with the operation gestalt 1, for example, a piezo-electric substrate, the Kushigata electrode, an electrode pad, a bump, an insulating sheet, a side attachment wall, an external electrode, and a member called wiring Rhine can be used.

[0128] (Operation gestalt 16) The operation gestalt 16 explains the SAW device of the operation gestalt 14, and an example of the manufacture approach. A sectional view is shown in drawing 26 about the SAW device 300 of the operation gestalt 16.

[0129] the SAW device 300 -- SAW -- it has base 301, the circuit board 310, and the space formation member 320. The SAW component 301 is the same as the SAW component contained in the SAW device 10. The SAW component 301 is equipped with two or more Kushigata electrodes 12 formed on 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11 and the piezo-electric substrate 11, the electrode pad 13, and two or more bumps 14 formed on the electrode pad 13.

[0130] The space formation member 320 consists of resin. The through tube or crevice for forming the space where the Kushigata electrode 12 can vibrate is formed in the space formation member 320. The space formation member 320 is arranged between the piezo-electric substrate 11 and the circuit board 310. The circuit board 310, the piezo-electric substrate 11, and the space formation member 320 form a closed space for the Kushigata electrode 12 to vibrate in the perimeter of the Kushigata electrode 12.

[0131] The circuit board 310 is equipped with a base 311, wiring Rhine 312, the beer electrode 313, an internal electrode 314, and the external electrode 315. A base 311 is a layered product to which the laminating of the layers 311a-311c which consist of an insulator was carried out. Wiring Rhine 312 is formed on 1 principal-plane 310a of the circuit board 310. The beer electrode 313 and an internal electrode 314 are formed in the interior of a base 311. The internal electrode 314 is formed in the interior of a base 311 in the shape of a layer. The beer electrode 313 connects wiring Rhine 312, an internal electrode 314, and the



external electrode 315. A bump 14 penetrates the space formation member 320, and is connected to direct wiring Rhine 312. As for a bump 14 and wiring Rhine 312, it is desirable to connect by impressing a supersonic wave. The Kushigata electrode 12 is electrically connected to the external electrode 315 through the electrode pad 13, a bump 14, wiring Rhine 312, the beer electrode 313, and the internal electrode 314. Moreover, the SAW component 301 is being fixed to the circuit board 310 by the bump 14 and the space formation member 320.

[0132] Since the container which carries out the hermetic seal of the SAW component 301 is not needed in the SAW device 300, a miniaturization and the reduction in the back are possible. Moreover, in the SAW device 300, by the space formation member 320 and the bump 14, since the SAW component 301 is supported on the circuit board 310, a SAW component can be supported to stability.

[0133] Next, the manufacture approach of this SAW device 300 is explained using drawing 27 (A) and (B). First, the SAW component 301, the circuit board 310, and the space formation member 320 are produced, respectively (process (i)). Each component may be produced in what kind of sequence, and may be produced to coincidence. Below, the production approach of each component is explained.

[0134] First, the process which produces the circuit board 310 is explained. The circuit board 310 contains the base 311 which consists of a ceramic dielectric by which the laminating was carried out. A base 311 can be formed by calcinating a ceramic green sheet. The resin substrate of a glass epoxy system may be used for a base 311. Wiring Rhine 312, an internal electrode 314, and the external electrode 315 can be formed by the formation approach of common wiring. The beer electrode 313 forms a beer hall in a base 311, and can form it by filling up with and calcinating a metal paste to the interior. In addition, you may connect through wiring Rhine 312 and functional circuits [ electrode / 315 / external ], such as an inductor, a capacitor, a phase-shifting circuit, a balun, and a low pass filter. These functional circuits may be arranged inside a base 311.

[0135] Next, the process which produces the space formation member 320 is explained. The through tube or crevice for forming the space where the Kushigata electrode 12 can vibrate is formed in the space formation member 320. The space formation member 320 can be formed by the general approach. For example, the space formation member 320 is producible by forming a through tube in the center section of the plate which consists of resin mechanically. Moreover, the space formation member 320 is producible also by slushing and carrying out semi-hardening of the resin before hardening to the shuttering which prepared the cavernous section. Moreover, the space formation member 320 equipped with a crevice is producible also by sticking the plate with which the through tube was formed, and a monotonous plate.

[0136] As for the space formation member 320, consisting of thermosetting resin is desirable, for example, it can form it with an epoxy resin. In addition, in order to control properties, such as the heat deformans of the space formation member 320, viscosity, and an elastic modulus, the space formation member 320 may also contain solid packing.

[0137] Next, the process which produces the SAW component 301 is explained. The SAW component 301 can be formed by the production approach of the SAW component 40 explained with the operation gestalt 4, and the same approach. A bump 14 can form by the ball bonding method using a golden wire, as the operation gestalt 4 explained. As for a bump 14, consisting of gold which is easy to deform is desirable in order to perform reliable electrical connection. Furthermore, in order to make the space formation member 320 easy to penetrate, as for a bump 14, it is desirable that it is the structure of a two-step mold where the tip sharpened. As for a bump's 14 height, it is desirable that it is higher than the thickness of the space formation member 320. A bump 14 and wiring Rhine 312 can be connected with sufficient dependability, without making the space formation member 320 deform by making a bump's 14 height into fixed within the limits.

[0138] Next, the process which assembles the SAW component 301, the circuit

board 310, and the space formation member 320, and produces the SAW device 300 is explained.

[0139] First, as shown in drawing 27 (A), heating sticking by pressure of the space formation member 320 is carried out at 1 principal-plane 310a of the circuit board 310. The space formation member 320 is arranged so that the part to which a bump 14 is connected among wiring Rhine 312 may be covered at least. Conditions, such as temperature of heating sticking by pressure and a pressure, are chosen according to the class of resin to be used so that the space formation member 320 can form predetermined space. Specifically, heating sticking by pressure can be performed on conditions (:50 degree C and pressure:1.47x10<sup>5</sup>Pa) whenever [ stoving temperature ]. In addition, in using the space formation member 320 in which not a through tube but the crevice was formed, it carries out heating sticking by pressure of the side in which the crevice is not formed at the circuit board 310.

[0140] After carrying out the laminating of the space formation member 320, it is desirable to heat-treat the space formation member 320 and to remove the gas constituents contained in the resin which forms the space formation member 320. Fluctuation of the property of the SAW device 300 can be controlled by removing the gas constituents contained in the space formation member 320. In this case, the conditions of heat treatment can be variously chosen according to the resin which forms the space formation member 320. For example, it can heat-treat on the conditions of 2 hours by 100 degrees C.

[0141] Then, 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11 and 1 principal-plane 310a of the circuit board 310 are made to counter on both sides of the space formation member 320, as shown in drawing 27 (A).

[0142] Next, the circuit board 310 and the SAW component 301 are made to approach so that a bump 14 may penetrate the space formation member 320 and may do direct continuation to wiring Rhine 312 as shown in drawing 27 (B). Of this process, the closed space 326 where the Kushigata electrode 12 can vibrate is formed in the perimeter of the Kushigata electrode 12. After arranging

the circuit board 310 on a stage 331, specifically, the rear-face side of the piezo-electric substrate 11 is pressurized on the press stage 330 so that a bump 14 may penetrate the space formation member 320. Pressurization is performed until a bump 14 and wiring Rhine 312 stick. At this time, compressive stress may apply a pressure to the space formation member 320 to extent added slightly. While carrying out plastic deformation of the bump 14 and fixing the SAW component 301 by this, a bump 14 is electrically connectable with wiring Rhine 312. By carrying out plastic deformation of the bump 14, a bump 14 and wiring Rhine 312 are connectable with sufficient dependability. By making a bump's 14 height larger than the thickness of the space formation member 320, in case the SAW component 301 and the circuit board 310 are made to approach, plastic deformation of the bump 14 can be carried out.

[0143] It is desirable to heat at least one part chosen from the SAW component 301 and the space formation member 320 so that a bump 14 may tend to penetrate the space formation member 320 at the process which connects a bump 14 and wiring Rhine 312. Furthermore, in this process, a supersonic wave may be impressed to the contact of a bump 14 and wiring Rhine 312, and ultrasonic jointing of a bump 14 and wiring Rhine 312 may be carried out. By ultrasonic jointing, electric connection can be especially made with sufficient dependability. Various impression conditions of this supersonic wave can be chosen. In this SAW device 300, since the SAW component 301 is fixed by the space formation member 320 and the bump 14, compared with the conventional approach of fixing only by the bump 14, the SAW component 301 is fixable to stability. Therefore, in manufacturing the SAW device 300, it can make small the ultrasonic output for fixing a bump 14. Consequently, the piezo-electric substrate 11 of the SAW component 301 can control being divided by the impact.

[0144] Furthermore, it is desirable to heat-treat after the process of drawing 27 (B), to stiffen the resin of the space formation member 320, and to raise the adhesion of the SAW component 301 and the space formation member 320 and the adhesion of the space formation member 320 and the circuit board 310. This

heat-treatment can be chosen according to the ingredient of the space formation member 320, for example, the conditions of 1 hour can perform it at 150 degrees C. The airtightness of a closed space 326 can be raised by this heat-treatment. In this heat-treatment, since a bump 14 and wiring Rhine 312 have joined and compressive stress is acting on the space formation member 320 slightly, it is not necessary to pressurize. Therefore, the SAW device 300 can be manufactured with sufficient productivity.

[0145] By stiffening the space formation member 320 by heat-treatment, the reliable SAW device 300 strong against a mechanical shock is obtained.

Moreover, when the space formation member 320 is larger than the dimension of the SAW component 301, the resin of the space formation member 320 can raise the airtightness of a surroundings lump and a closed space 326 also on the side face of the SAW component 301 by heat-treatment.

[0146] According to the manufacture approach of the operation gestalt 16, the SAW device 300 with which the SAW component 301 was fixed firmly is obtained.

[0147] (Operation gestalt 17) The operation gestalt 17 explains an example about the SAW device explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300a of the operation gestalt 17, a sectional view is shown in drawing 28 .

[0148] Points equipped with the protection member 327 arranged so that SAW device 300a may cover the perimeter of the space formation member 320 as compared with the SAW device 300 of the operation gestalt 16 differ. The protection member 327 can be formed with the same ingredient as the protection member 151. In SAW device 300a, it can prevent that can make the airtightness of a closed space 326 high and moisture etc. trespasses upon a closed space 326 by the protection member 327.

[0149] As for the coefficient of thermal expansion of the ingredient of the protection member 327, it is desirable that it is within the limits of 0.8 times to 1.2 times of the coefficient of thermal expansion of the ingredient of the circuit board 310. Even if the temperature of operating environment changes with these, a protection member and the circuit board do not deform by the difference in a

coefficient of thermal expansion. Consequently, a SAW device with little degradation of the property by the temperature change is obtained.

[0150] (Operation gestalt 18) The operation gestalt 18 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300b of the operation gestalt 18, a sectional view is shown in drawing 29 .

[0151] SAW device 300b is different as compared with SAW device 300a of the operation gestalt 17 at the point which has covered not only the perimeter of the space formation member 320 but the rear face of the SAW component 301 by the protection member 327. If it puts in another way, as for the 1st protection member arranged around the space formation member 320, and 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11, SAW device 300b will be equipped with the 2nd protection member arranged so that the other principal planes of the opposite side may be covered. In SAW device 300b, the 1st protection member and the 2nd protection member are formed as one.

[0152] In SAW device 300b, the SAW component 301 is being firmly fixed on the circuit board 310, and the piezo-electric substrate 11 is covered by the protection member 327. Therefore, even when weak ingredients, such as lithium tantalate, are used as a piezo-electric substrate 11, the effect by the mechanical shock or the thermal impact can be controlled.

[0153] (Operation gestalt 19) The operation gestalt 19 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300c of the operation gestalt 19, a sectional view is shown in drawing 30 .

[0154] As compared with SAW device 300b of the operation gestalt 18, as for SAW device 300c, it differs in that wiring Rhine 312 on the circuit board 310 is formed even in the interior of a closed space 326. In SAW device 300c, by wiring Rhine 312 arranged in opening of the space formation member 320, in case a SAW device is assembled, precision can improve the circuit board 310 and the SAW component 301 alignment. In addition, the pattern for recognizing the location of the circuit board 310 may be formed on the circuit board 310 independently [ wiring Rhine 312 ]. This pattern can be formed by the same

approach as wiring Rhine 312.

[0155] (Operation gestalt 20) The operation gestalt 20 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300d of the operation gestalt 20, a sectional view is shown in drawing 31 .

[0156] SAW device 300d as compared with the SAW device 300 of the operation gestalt 16, only space formation members differ. SAW device 300d space formation member 320a consists of the 1st member 320x and 2nd member 320y. The through tube is formed in the 1st center section of member 320x. What made thin the space formation member 320 explained with the operation gestalt 16 can be used for the 1st member 320x. The sheet which consists of resin can be used for the 2nd member 320y. In addition, as for 2nd member 320y, the crevice may be formed in the circuit board 310 side if needed. The laminating of the 1st member 320x is carried out on 2nd member 320y, and the 1st through tube of member 320x forms a crevice. This crevice forms the space where the Kushigata electrode 12 can vibrate.

[0157] Space formation member 320a should just carry out heating sticking by pressure on the circuit board 310 like the space formation member 320.

Moreover, after carrying out heating sticking by pressure of the 2nd member 320y on the circuit board 310, heating sticking by pressure of the 1st member 320x may be carried out on 2nd member 320y.

[0158] SAW device 300d, since it has 2nd sheet-like member 320y, it can prevent a metal powder etc. exfoliating from the circuit board 310, and adhering to the Kushigata electrode 12. Consequently, it can prevent that the Kushigata electrode 12 short-circuits, and a reliable SAW device is obtained.

[0159] (Operation gestalt 21) The operation gestalt 21 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300e of the operation gestalt 21, a sectional view is shown in drawing 32 .

[0160] It differs in that SAW device 300e has covered the perimeter [ of space formation member 320a ], and rear-face side of the SAW component 301 by the protection member 327 as compared with SAW device 300d of the operation

gestalt 20. The protection member 327 is the same as that of what was explained with the operation gestalt 18. In addition to the effectiveness acquired by SAW device 300d, in SAW device 300e, the effectiveness explained with the operation gestalt 18 is also acquired.

[0161] In addition, the 1st member 320x may be larger than 2nd member 320y. About SAW device 300f of such a configuration, a sectional view is shown in drawing 33 . In SAW device 300f, as 2nd member 320y covered in the 1st member 320x, it is arranged. The 1st member 320x may cover the front face of the circuit board 310 further.

[0162] (Operation gestalt 22) The operation gestalt 22 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300g of the operation gestalt 22, a sectional view is shown in drawing 34 .

[0163] SAW device 300g as compared with SAW device 300e of the operation gestalt 21, wiring Rhine 312 is formed even in the outside of space formation member 320a. Therefore, in the process which assembles SAW device 300g, alignment of the circuit board 310 can be correctly performed using wiring Rhine 312 arranged on the outside of space formation member 320a. In addition, the pattern for alignment may be formed in the outside of space formation member 320a independently [ wiring Rhine 312 ].

[0164] (Operation gestalt 23) The operation gestalt 23 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300h of the operation gestalt 23, a sectional view is shown in drawing 35 .

[0165] As compared with SAW device 300e, as for SAW device 300h, that 2nd member 320y of space formation member 320a is size comparable as the SAW component 301 differ. Moreover, as compared with SAW device 300e, the formation approaches of space formation member 320a differ.

[0166] In SAW device 300h, the 1st member 320x is formed on 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11. The 1st member 320x consists of a photopolymer, for example, consists of a liquefied resist, a dry film resist, photosensitive polyimide, etc.



[0167] Hereafter, the formation approach of space formation member 320a is explained. First, the piezo-electric substrate 11 in which the Kushigata electrode 12, the electrode pad 13, and wiring Rhine 18 (refer to drawing 1 (B)) were formed is prepared. And the 1st member 320x is formed on 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11 by carrying out patterning of the photopolymer by the photolithography method. At this time, the through tube for forming the space where the Kushigata electrode 12 can vibrate is formed in the 1st center of member 320x. In addition, a bump 14 may be stationed inside a through tube and may be stationed on the outside of a through tube.

[0168] 2nd member 320y is formed on the circuit board 310. And in case a bump 14 and wiring Rhine 312 are connected, the 1st member 320x and 2nd member 320y are pasted up.

[0169] In SAW device 300h, the 1st member 320x can be formed with a sufficient precision by the photolithography method. Therefore, the miniaturization of a device is possible while being able to control member 320x deformation of the 1st in SAW device 300h.

[0170] (Operation gestalt 24) The operation gestalt 24 explains a SAW device \*\*\*\*\* example explained with the operation gestalt 14. About SAW device 300i of the operation gestalt 24, a sectional view is shown in drawing 36 .

[0171] As compared with SAW device 300b which explained SAW device 300i with the operation gestalt 18, the approach and space formation member of connection between a bump 14 and wiring Rhine 312 differ from each other.

[0172] It differs in the space formation member 320 in that space formation member 320b of SAW device 300i contains solid packing 320z distributed in the resin sheet. Solid packing 320z is a solid which has conductivity, and there is especially no limitation in distribution of an ingredient, magnitude, and magnitude. As solid packing 320z, silver dust, nickel powder, a silver-palladium alloy powder, or gold dust can be used, for example. Moreover, nickel plating or nickel / plastic powder plated with gold can also be used.

[0173] Although there is especially no limitation, in order to connect a bump 14

and wiring Rhine 312, it is necessary to carry out content of solid packing 320z occupied to space formation member 320b more than the specified quantity. As for the content of solid packing 320z, it is desirable that it is more than 10 volume %. When a bump 14 is made buried in space formation member 320b by making content of solid packing 320z into the specified quantity, a bump 14 and solid packing 320z can be contacted certainly. A bump 14 and wiring Rhine 312 are electrically connectable with this through the electrode pad 13, a bump 14, and solid packing 320z. On the other hand, if the content of solid packing 320z becomes excessive, since properties, such as the flexibility of space formation member 320b, will fall, as for content, carrying out to below the specified quantity is desirable. As for the content of solid packing 320z, specifically, it is desirable that it is below 50 volume %.

[0174] In SAW device 300i, the bump 14 has not penetrated space formation member 320b. A bump 14 and wiring Rhine 312 do not contact directly, but are electrically connected through solid packing 320z. According to this configuration, a bump 14 and wiring Rhine 312 can be connected electrically, without applying an excessive load to the circuit board 310. The SAW component 301 is fixed by a bump 14 and space formation member 320b in SAW device 300i.

[0175] As compared with the manufacture approach of the SAW device 300 of having explained the manufacture approach of SAW device 300i with the operation gestalt 16, only the processes which connect electrically the process which produces the space formation member 320, and a bump 14 and wiring Rhine 312 differ. Since processes other than these processes are the same as that of the manufacture approach of the operation gestalt 16, the overlapping explanation is omitted.

[0176] First, the process which produces space formation member 320b is explained. Space formation member 320b is producible by the same approach as the space formation member 320 except for making the resin before hardening, and the resin of a semi-hardening condition distribute solid packing 320z.

[0177] Next, the process which connects a bump 14 and wiring Rhine 312

electrically is explained. A bump 14 is formed so that the height may become lower than the thickness of the space formation member 320. The circuit board 310 and the SAW component 301 are made to approach so that a bump 14 may connect with wiring Rhine 312 electrically through solid packing 320z. What is necessary is just to specifically pressurize the rear-face side of the piezo-electric substrate 11 by the press stage 330 like the process of drawing 27 (B).

Pressurization is performed until 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11 and space formation member 320b stick. In addition, it is desirable to heat at least one part chosen from space formation member 320b and the SAW component 301 so that a bump 14 may tend to be buried in space formation member 320b.

[0178] In this process, a supersonic wave may be impressed to the contact of a bump 14 and solid packing 320z, the contact of solid packing 320z and solid packing 320z, and the contact of solid packing 320z and wiring Rhine 312. That is, ultrasonic jointing of between each of a bump 14, solid packing 320z, and wiring Rhine 312 may be carried out. By performing ultrasonic jointing, electric connection can be made with sufficient dependability. Various impression conditions of a supersonic wave can be chosen.

[0179] In SAW device 300i, since the SAW component 301 is fixed by space formation member 320b and the bump 14, compared with the conventional approach of fixing only by the bump 14, an ultrasonic output can be made small. Consequently, the piezo-electric substrate 11 of the SAW component 301 can control being divided by the impact.

[0180] Furthermore, after connecting a bump 14 and wiring Rhine 312 electrically, heat-treatment may be performed and space formation member 320b may be stiffened. The conditions of heat-treatment can be chosen according to the ingredient of space formation member 320b. Specifically, it can carry out on the temperature of 150 degrees C, and the conditions of 1 hour. By this heat-treatment, the adhesion of 1 principal-plane 11a of the piezo-electric substrate 11 and space formation member 320b and the adhesion of space formation member

320b and the circuit board 310 can be improved. Consequently, the airtightness of a closed space 326 can be improved.

[0181] In the case of heat-treatment, a bump 14, solid packing 320z, and wiring Rhine 312 are joined metallicity, and compressive stress is acting on space formation member 320b slightly. Therefore, it is not necessary to pressurize in the case of heat-treatment, and can heat-treat with sufficient productivity. By stiffening space formation member 320b by heat-treatment, a reliable SAW device strong against a mechanical shock is obtained. Furthermore, by heat-treatment, the resin of space formation member 320b turns also to the side face of the piezo-electric substrate 11, and space formation member 320b can raise the airtightness of a closed space 326, when larger than the dimension of the SAW component 301.

[0182] (Operation gestalt 25) The operation gestalt 25 explains an example about the circuit module of this invention. About the circuit module 370 of the operation gestalt 25, a sectional view is shown in drawing 37 .

[0183] As compared with SAW device 300b which explained the circuit module 370 with the operation gestalt 18, points equipped with passive circuit elements 371 differ. The circuit module 370 is equipped with the circuit board 310, space formation member 320b, the SAW component 301, the protection member 327, and passive circuit elements 371. The circuit board 310, space formation member 320b, the SAW component 301, and the protection member 327 are the same as that of what was mentioned above. In addition, illustration of solid packing 320z is omitted in drawing 37 .

[0184] In addition to the SAW component 301, by the circuit module 370, passive circuit elements 371 are mounted in wiring Rhine 312. The bump of passive circuit elements 371 is buried in space formation member 320b, and passive circuit elements 371 are being fixed by space formation member 320b. The bump of passive circuit elements 371 is electrically connected to wiring Rhine 312 by solid packing 320z of space formation member 320b. In addition, the space formation members 320 or 320a may be used instead of space formation

member 320b. In this case, the SAW component 301 and passive circuit elements 371 are directly mounted in wiring Rhine 312. Passive circuit elements 371 contain a diode switch, amplifier, a semiconductor device called high frequency IC, an inductor, a capacitor, a resistance element, etc., including a functional device.

[0185] These passive circuit elements 371 can mount the SAW component 301 of SAW device 300i in wiring Rhine 312 by the approach of mounting in wiring Rhine 312, and the same approach. In addition, after mounting passive circuit elements 371, grinding of the rear face of the piezo-electric substrate 11 and the rear face of passive circuit elements 371 may be carried out, and the piezo-electric substrate 11 and passive circuit elements 371 may be made thin. By this, the circuit module 370 can be made thinner.

[0186] By the circuit module 370 of the operation gestalt 25, the SAW component 301 and passive circuit elements 371 can be mounted in high density on the circuit board 310. For this reason, according to the circuit module 370, a miniaturization and low-cost-izing of a circuit module are realizable.

[0187] As mentioned above, although the example was given and explained about the gestalt of operation of this invention, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, but can be applied to other operation gestalten based on the technical thought of this invention.

[0188]

[Effect of the Invention] As explained above, the SAW device of this invention can also miniaturize a twist further in the conventional SAW device, and can realize low-cost-izing and improvement in dependability. The SAW device of this invention can be used for the frequency filter and resonator which are carried in communication equipment.

[0189] Moreover, according to the manufacture approach of the SAW device of this invention, the SAW device of this invention can be manufactured easily.

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the sectional view showing an example about the SAW device of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the cut angle of 36 degreey cut tantalum substrate.

[Drawing 3] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 4] It is the process sectional view showing an example about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing a part of process about the manufacture approach of drawing 4 .

[Drawing 6] It is drawing showing an example of some processes about the manufacture approach of drawing 4 .

[Drawing 7] It is drawing showing other examples of some processes about the manufacture approach of drawing 4 .

[Drawing 8] It is drawing showing an example of others of some processes about the manufacture approach of drawing 4 .

[Drawing 9] It is drawing showing an example of others of some processes about the manufacture approach of drawing 4 .

[Drawing 10] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 11] It is the process sectional view showing other examples about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[Drawing 12] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 13] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 14] It is the sectional view showing a part of other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 15] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 16] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 17] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 18] It is the process sectional view showing other examples about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[Drawing 19] It is the process sectional view showing other examples about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[Drawing 20] It is the process sectional view showing other examples about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[Drawing 21] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 22] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 23] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 24] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 25] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 26] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 27] It is the process sectional view showing other examples about the manufacture approach of the SAW device of this invention.

[Drawing 28] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 29] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 30] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 31] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 32] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 33] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 34] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 35] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 36] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 37] It is the sectional view showing other examples about the SAW device of this invention.

[Drawing 38] It is the sectional view showing an example about the conventional SAW device.

[Drawing 39] It is the sectional view showing other examples about the conventional SAW device.



[Description of Notations]

10, 30, 100, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 210, 210 a-c, 300, 300 a-i SAW device

11 31 Piezo-electric substrate

11a, 310a One principal plane

11b Other principal planes

12 32 Kushigata electrode

13 33 Electrode pad

14 34 Bump

15, 35, 35a Insulating sheet (member containing resin)

16, 36, 36a, 215 Side attachment wall

17 37 External electrode

18 38,312 Wiring Rhine

19 39,109,129,219,326 Closed space

34a Electrode terminal area

35b Roof section

40,301 SAW component

41 Carrier

101 101a Septum

121 Roof Member

141 Film

151, 161, 171, 327 Protection member

181 191 Plinth

201 Wiring Substrate

240, 250, 370 Circuit module

251 Ceramics Laminated Circuit Board

310 Circuit Board

311 Base

313 Beer Electrode

314 Internal Electrode

320, 320a, 320b Space formation member (member containing resin)

320x The 1st member

320y The 2nd member

320z Solid packing

371 Passive Circuit Elements (Functional Device)

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

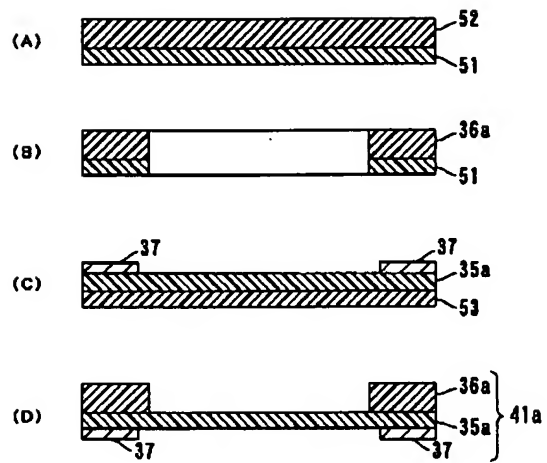
---

**DRAWINGS**

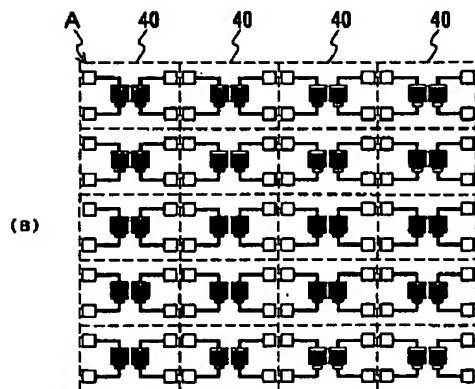
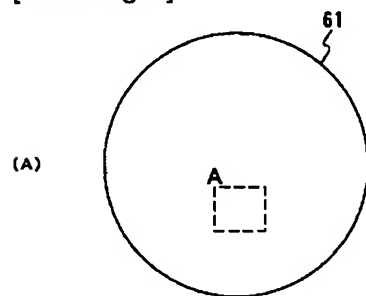
---



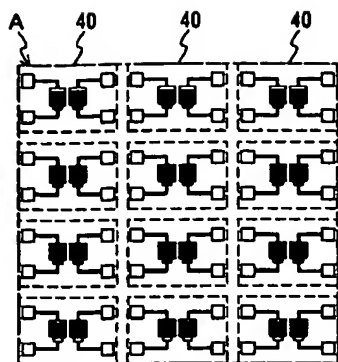




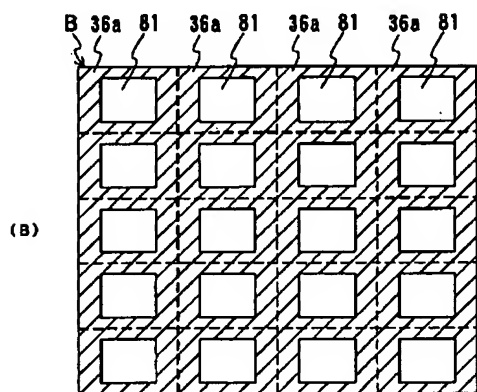
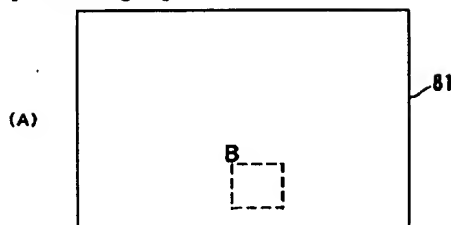
[Drawing 6]



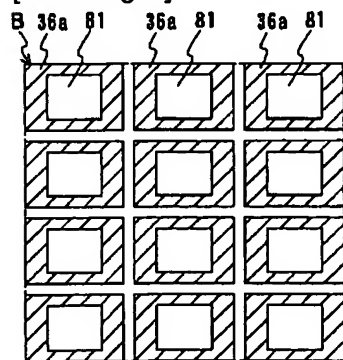
[Drawing 7]



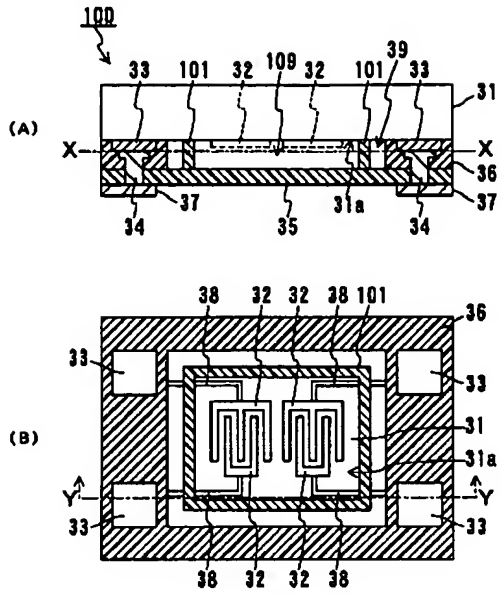
[Drawing 8]



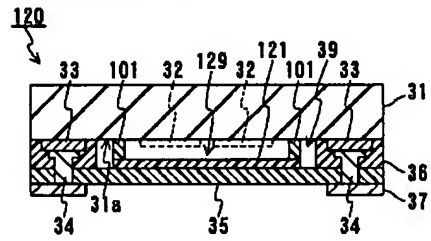
[Drawing 9]



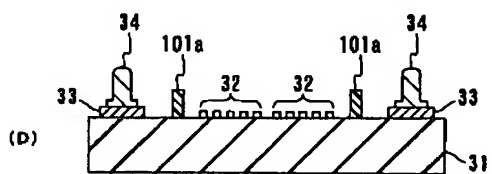
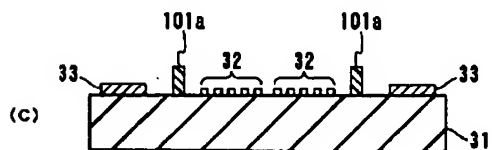
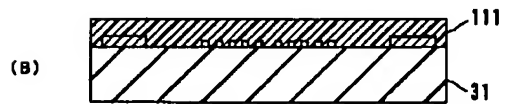
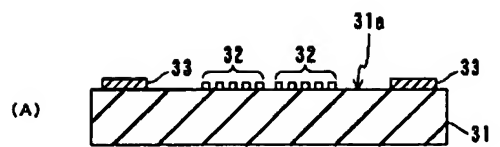
[Drawing 10]



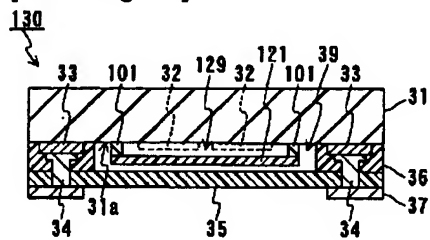
[Drawing 12]



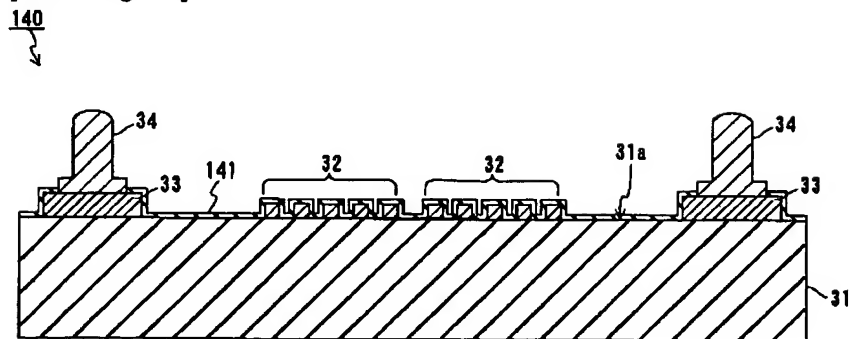
[Drawing 11]



[Drawing 13]

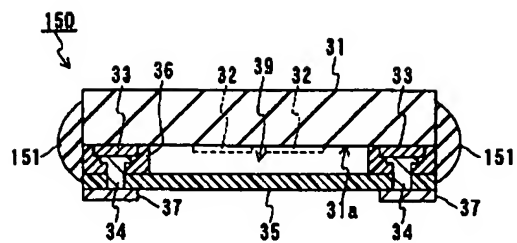


[Drawing 14]

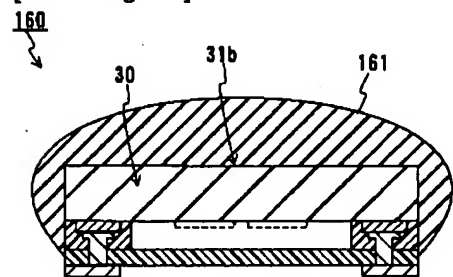


[Drawing 15]

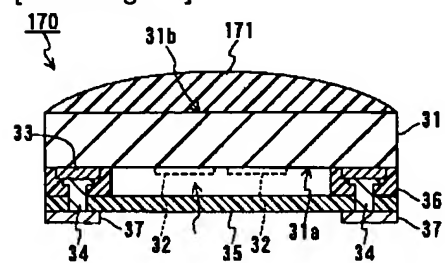




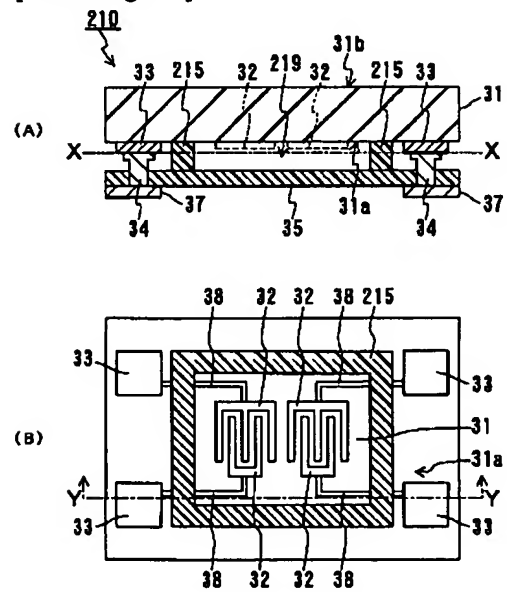
[Drawing 16]



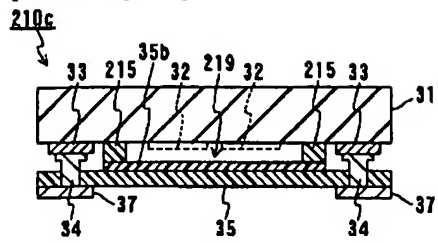
[Drawing 17]



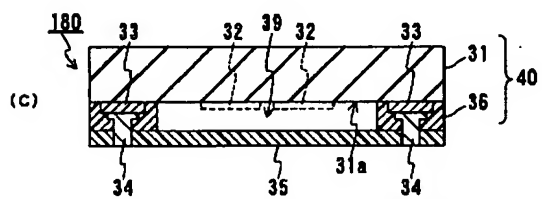
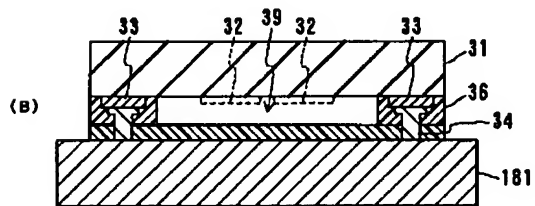
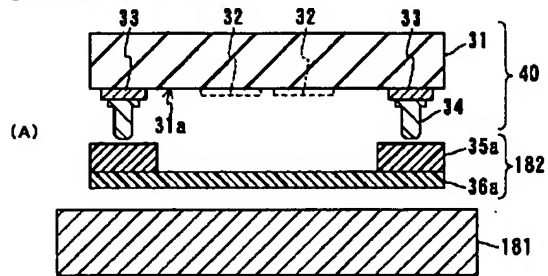
[Drawing 21]



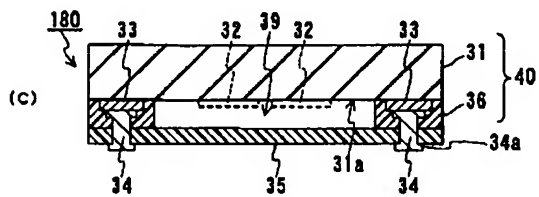
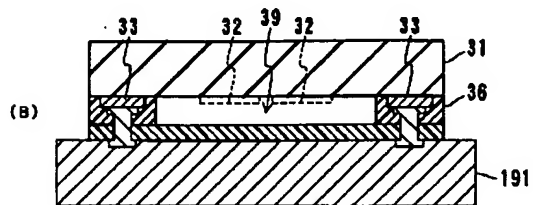
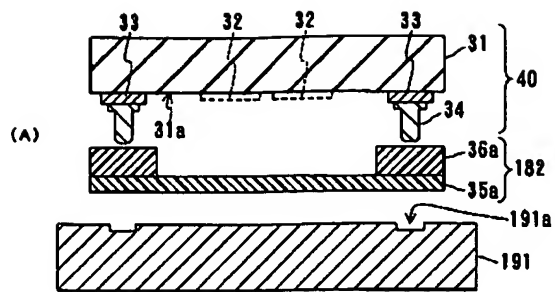
[Drawing 23]



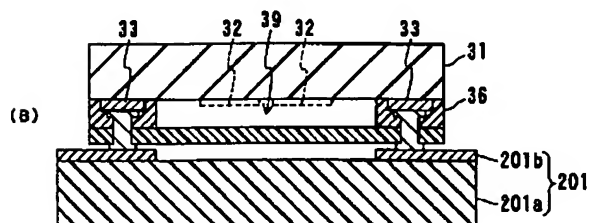
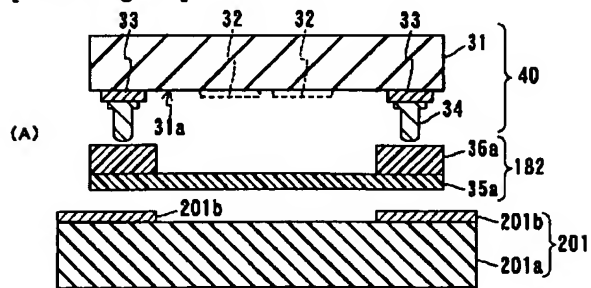
[Drawing 18]



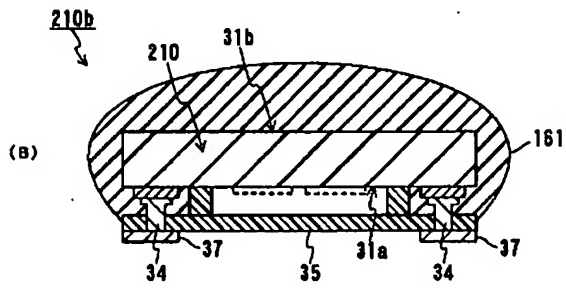
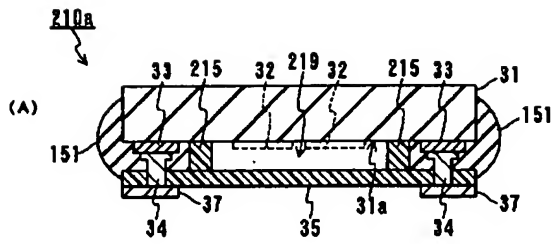
[Drawing 19]



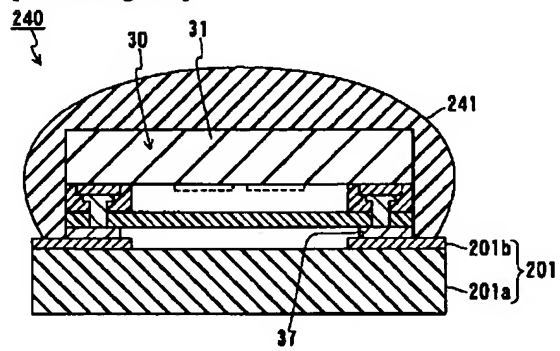
[Drawing 20]



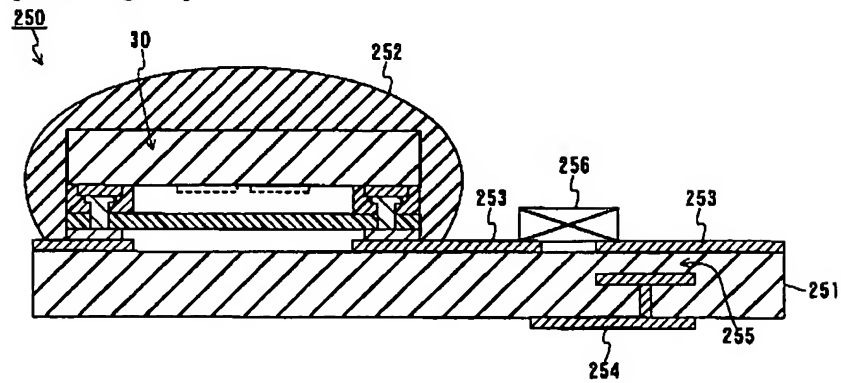
[Drawing 22]



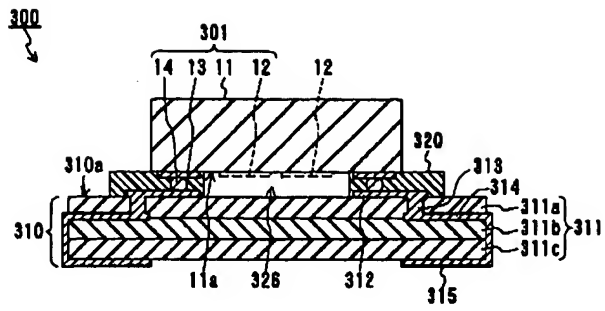
[Drawing 24]



[Drawing 25]

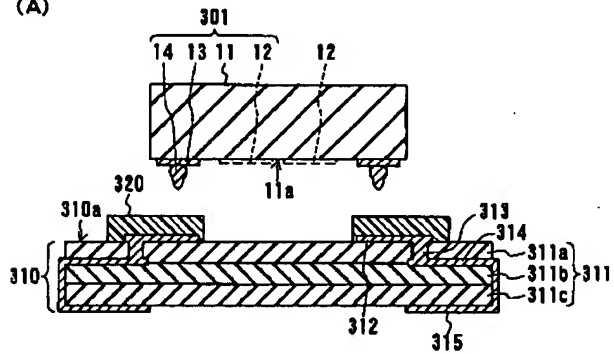


[Drawing 26]

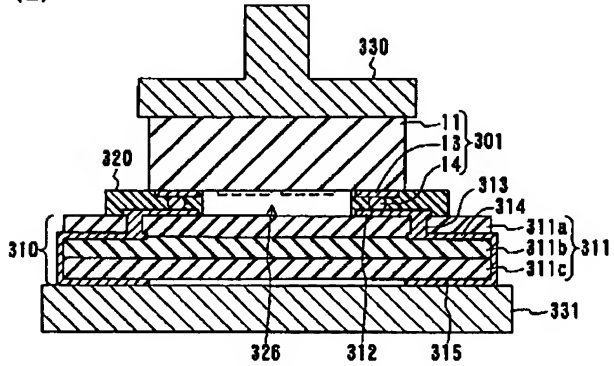


[Drawing 27]

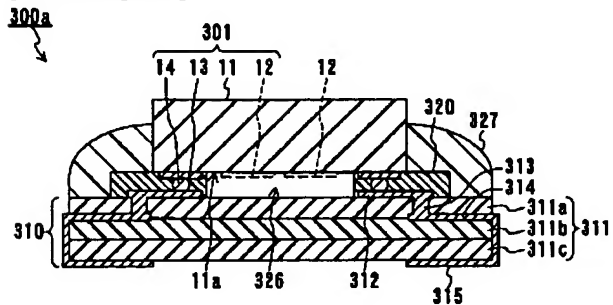
(A)



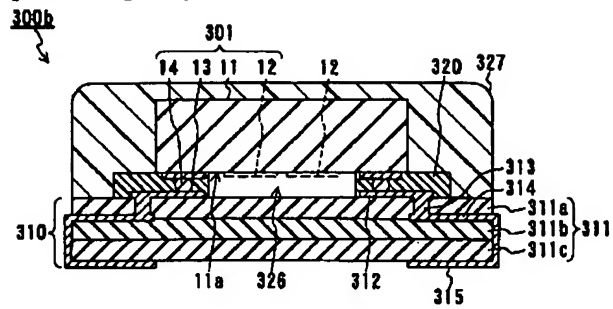
(B)



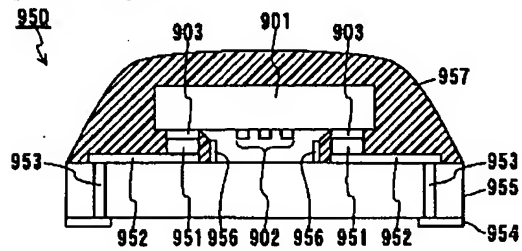
[Drawing 28]



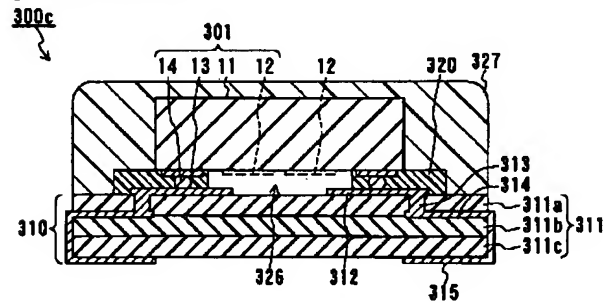
[Drawing 29]



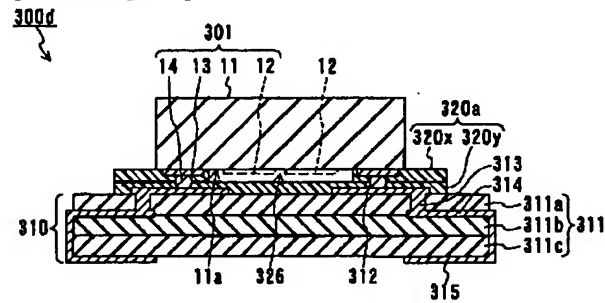
[Drawing 39]



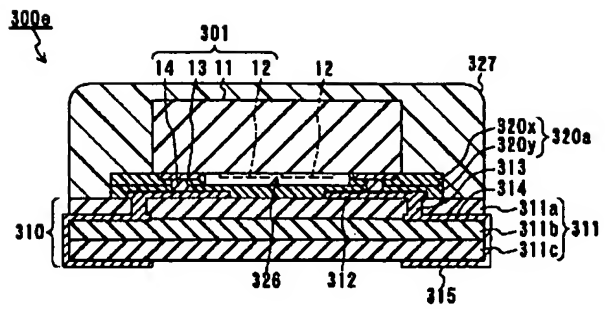
[Drawing 30]



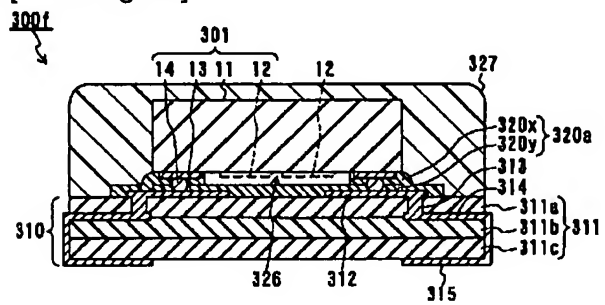
[Drawing 31]



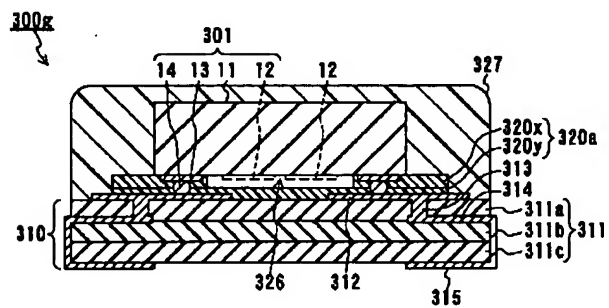
[Drawing 32]



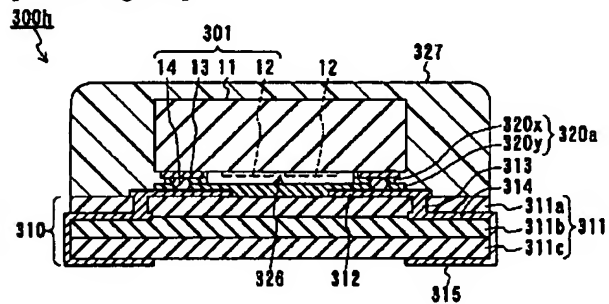
[Drawing 33]



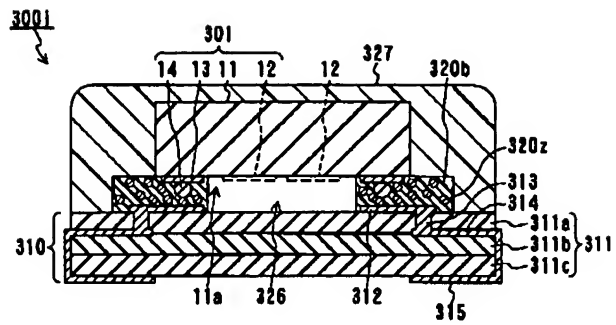
[Drawing 34]



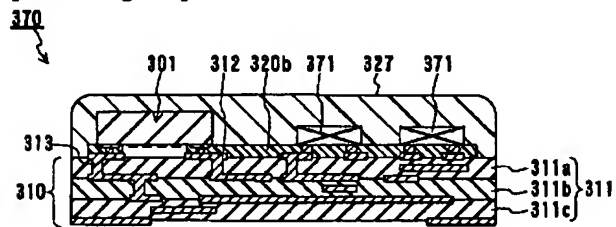
[Drawing 35]



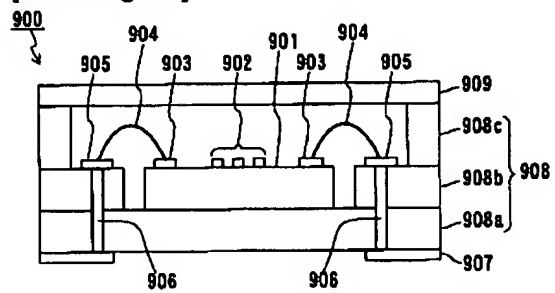
[Drawing 36]



[Drawing 37]



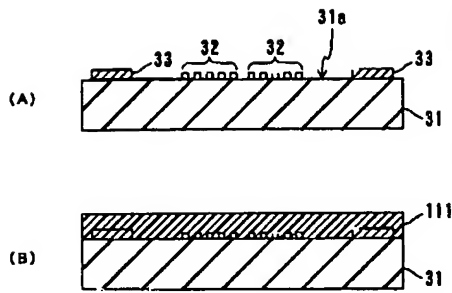
[Drawing 38]



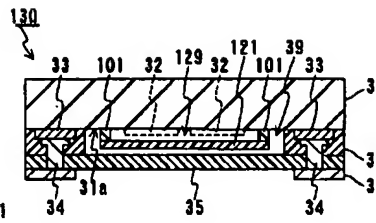
[Translation done.]



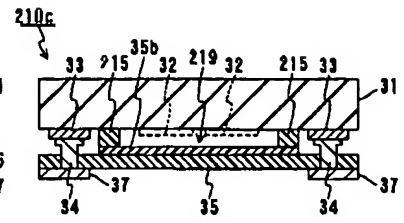
【図11】



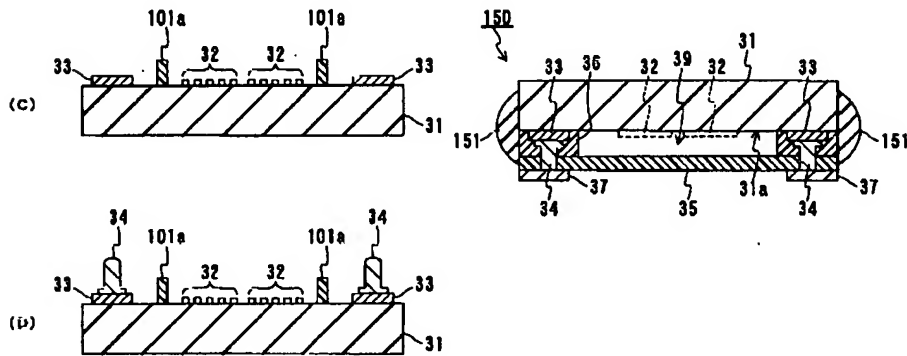
【図13】



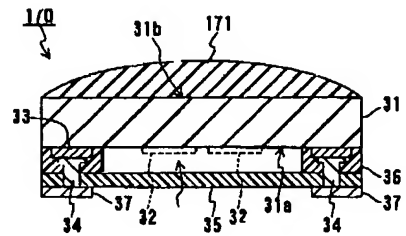
【図23】



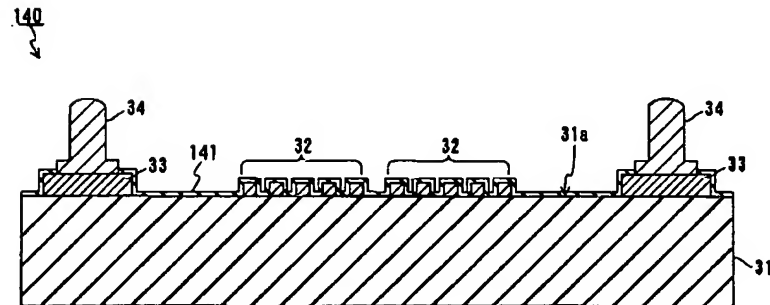
【図15】



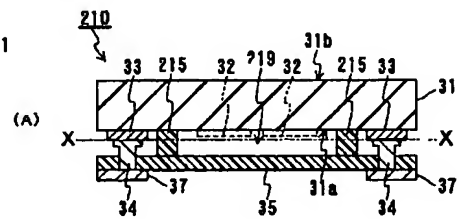
【図17】



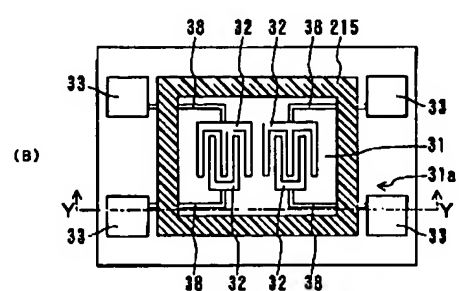
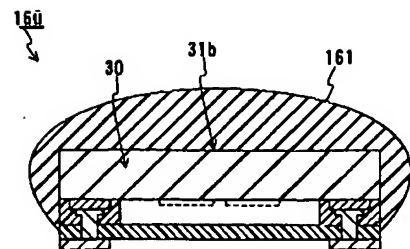
【図14】



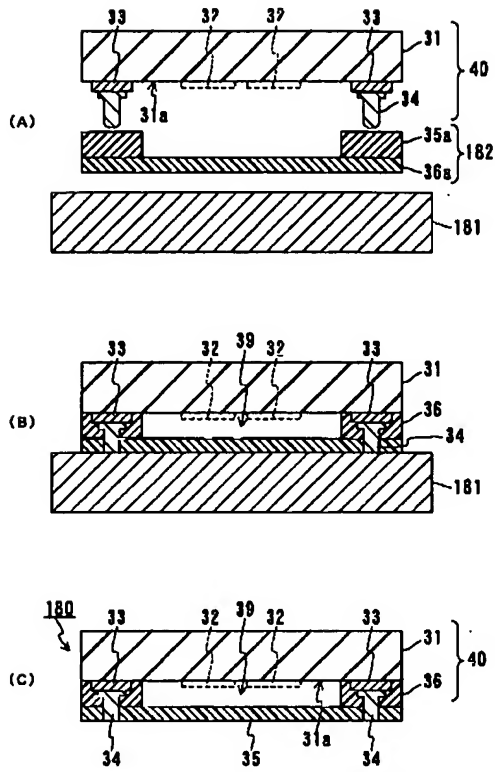
【図21】



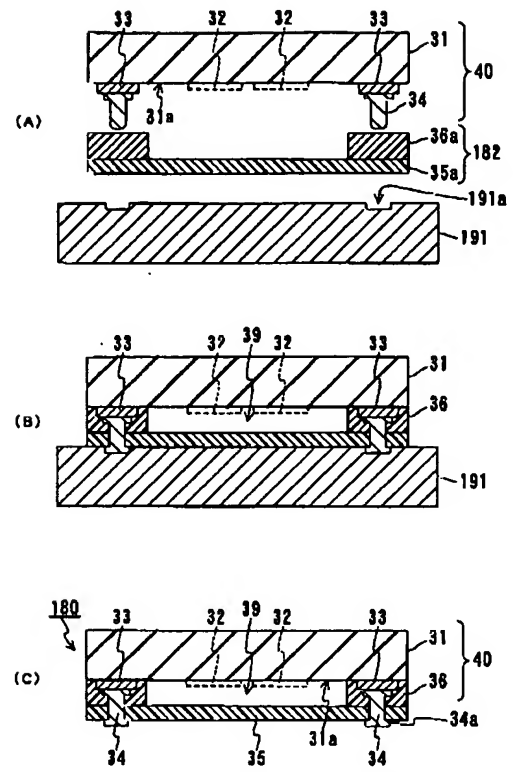
【図16】



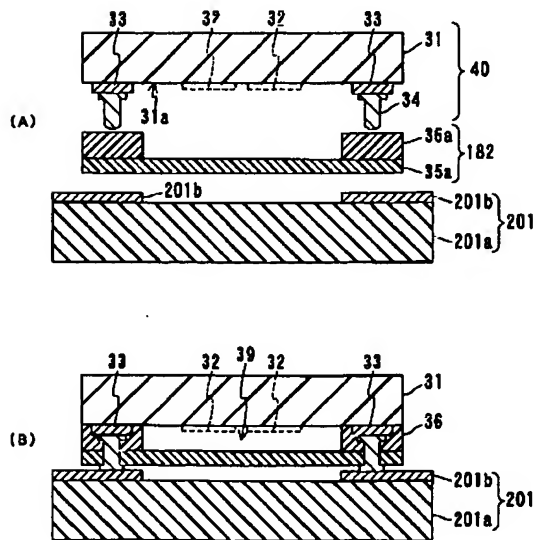
【図18】



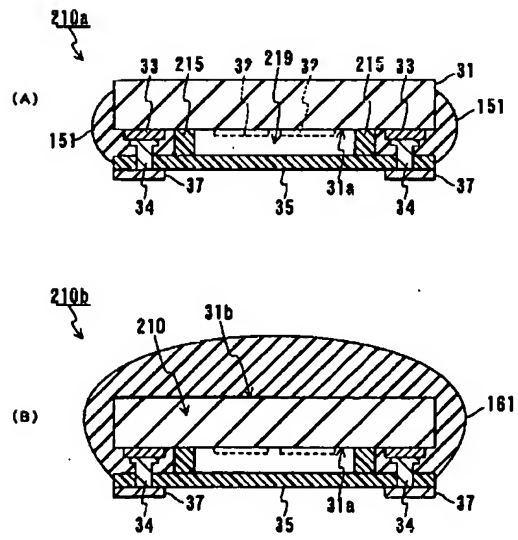
【図19】



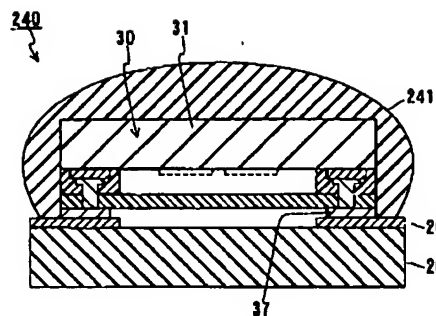
【図20】



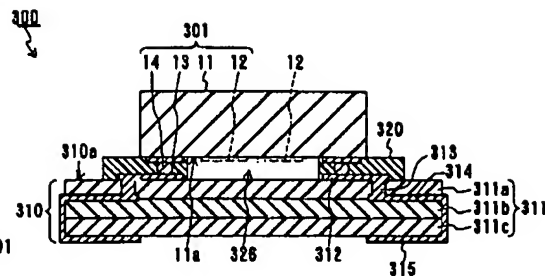
【図22】



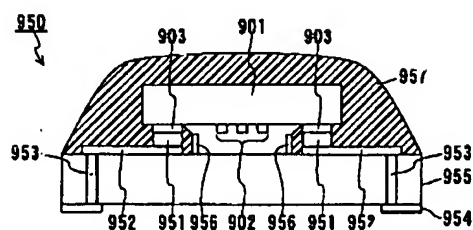
【図24】



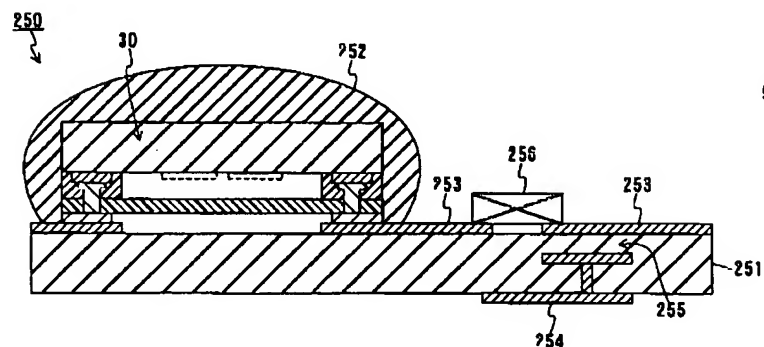
【图26】



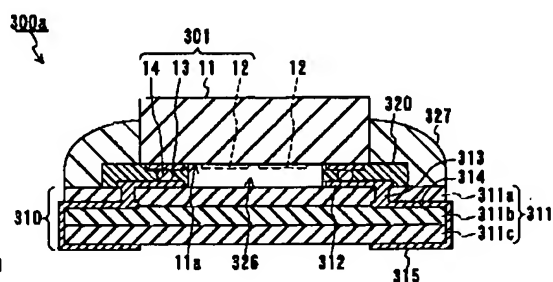
【图39】



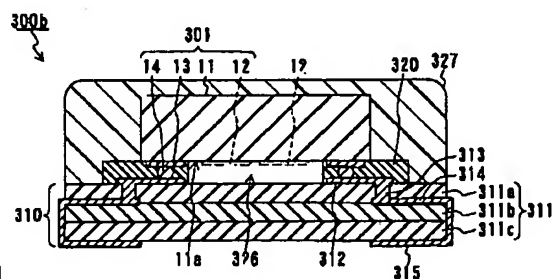
【図25】



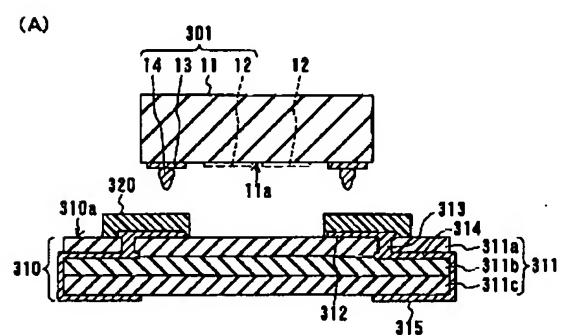
【图28】



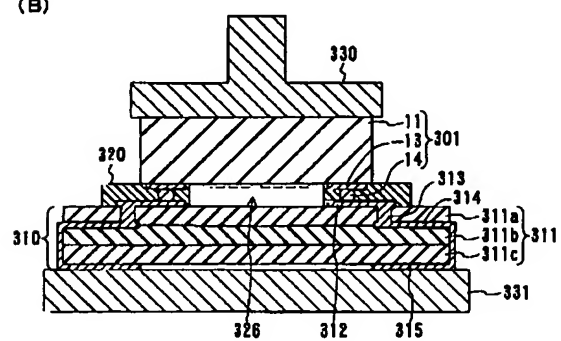
【图29】



【图27】

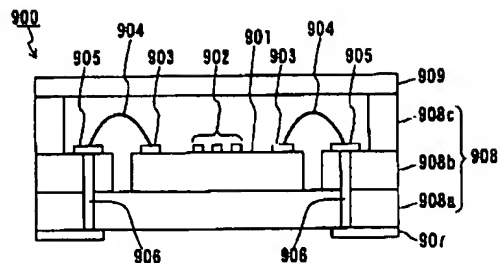


(B)





【図38】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 浩輝  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 守時 克典  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 別所 芳宏  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 藤井 邦博  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 村上 弘三  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
Fターム(参考) 5J097 AA24 AA29 AA33 DD29 FF03  
GG03 HA04 JJ01 JJ03 KK10

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-261582  
(P2002-261582A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 H 9/25  
3/08

識別記号

F I

H 0 3 H 9/25  
3/08

データベース<sup>\*</sup> (参考)

A 5 J 0 9 7

審査請求 未請求 請求項の数53 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2001-307560 (P2001-307560)

(22) 出願日 平成13年10月3日 (2001.10.3)

(31) 優先権主張番号 特願2000-304788 (P2000-304788)

(32) 優先日 平成12年10月4日 (2000.10.4)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-402871 (P2000-402871)

(32) 優先日 平成12年12月28日 (2000.12.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大西 慶治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 南波 昭彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

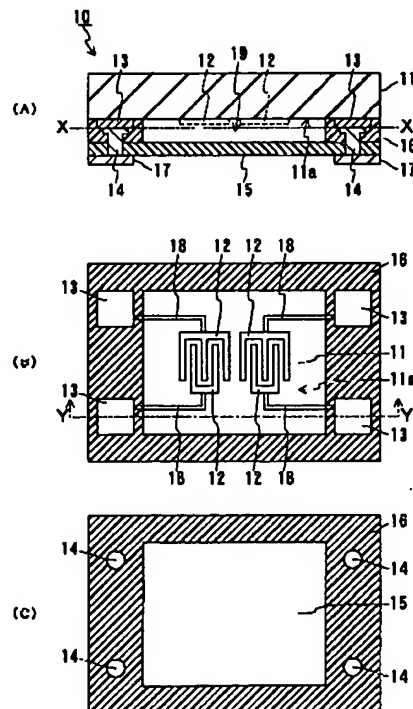
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波デバイスおよびその製造方法ならびにそれを用いた回路モジュール

(57) 【要約】

【課題】 従来のSAWデバイスよりもさらに小型化が可能なSAWデバイスおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電基板11と、圧電基板11の一主面11a上に配置された弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極12と、一主面11a上に配置された複数のパンプ14と、一主面11aに対向するように配置された絶縁性シート15とを備え、パンプ14と櫛形電極12とが電氣的に接続され、パンプ14が絶縁性シート15を貫通している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板と、前記圧電基板の一主面上に配置された弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記一主面上に配置された複数のバンプと、前記一主面側に配置され樹脂を含む部材とを備え、前記バンプと前記櫛形電極とが電気的に接続され、前記バンプの少なくとも一部が前記部材に埋没している弾性表面波デバイス。

【請求項 2】 前記部材が絶縁性シートであり、前記絶縁性シートが前記櫛形電極とは離れて配置されており、前記バンプが前記絶縁性シートを貫通している請求項 1 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 3】 前記圧電基板と前記絶縁性シートとの間であって前記櫛形電極の周囲に配置された側壁をさらに備え、前記圧電基板と前記絶縁性シートと前記側壁とが、前記櫛形電極が振動可能な空間を前記櫛形電極の周囲に形成している請求項 2 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 4】 前記空間が密閉空間である請求項 3 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 5】 前記バンプが前記側壁を貫通している請求項 3 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 6】 前記側壁が感光性樹脂からなる請求項 3 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 7】 前記櫛形電極と前記側壁との間に配置された隔壁をさらに備え、

前記圧電基板と前記絶縁性シートと前記隔壁とが、前記空間の内部に、前記櫛形電極が振動可能な第 2 の空間を形成している請求項 3 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 8】 前記第 2 の空間が密閉空間である請求項 7 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 9】 前記櫛形電極と前記側壁との間に配置された隔壁と、前記圧電基板と前記絶縁性シートとの間に配置された屋根部材とをさらに備え、前記圧電基板と前記隔壁と前記屋根部材とが、前記空間の内部に、前記櫛形電極が振動可能な第 2 の空間を形成する請求項 3 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 10】 前記側壁を覆うように形成された第 1 の保護部材をさらに備える請求項 3 ないし 9 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 11】 前記圧電基板の前記一主面とは反対側の他主面上に形成された第 2 の保護部材をさらに備える請求項 10 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 12】 前記絶縁性シートの主面のうち前記圧電基板側とは反対側の主面上に形成された電極端子をさらに備え、前記電極端子が前記バンプと電気的に接続されている請求項 2 ないし 11 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 13】 前記絶縁性シートが導電性を有する固形充填物を含み、前記電極端子と前記バンプとが、前記固形充填物を介して電気的に接続されている請求項 12 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 14】 前記圧電基板の前記一主面に対向するように配置された回路基板をさらに備え、前記回路基板が、前記圧電基板側の表面に形成された配線ラインを備え、前記部材が、前記圧電基板と前記回路基板との間に配置されており、前記部材が、前記櫛形電極が振動可能な空間を前記櫛形電極の周囲に形成するための空間形成部材である請求項 1 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 15】 前記バンプが前記空間形成部材を貫通して前記配線ラインと接続されている請求項 14 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 16】 前記空間形成部材が固形充填物を含む請求項 14 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 17】 前記固形充填物が導電性を有し、前記バンプと前記配線ラインとが前記固形充填物を介して電気的に接続されている請求項 16 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 18】 前記空間が密閉空間である請求項 14 ないし 17 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 19】 前記空間形成部材には、前記空間を形成するための貫通孔が形成されている請求項 14 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 20】 前記空間形成部材には、前記空間を形成するための凹部が形成されている請求項 14 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 21】 前記空間形成部材が感光性樹脂からなる請求項 14 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 22】 前記空間形成部材を覆うように前記空間形成部材の周囲に配置された第 1 の保護部材をさらに備える請求項 14 ないし 21 のいずれかに記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 23】 前記圧電基板の前記一主面とは反対側の他主面を覆うように配置された第 2 の保護部材をさらに備える請求項 22 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 24】 前記第 1 の保護部材の材料の熱膨張係数が、前記回路基板の材料の熱膨張係数の 0.8 倍～1.2 倍の範囲内である請求項 22 に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項 25】 (a) 弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記櫛形電極に電気的に接続されたバンプとを、圧電基板の一主面上に形成する工程と、

(b) 前記圧電基板の前記一主面と絶縁性シートとを対向させ前記バンプが前記絶縁性シートを貫通するように前記圧電基板と前記絶縁性シートとを接近させる工程とを含む弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項26】 前記(b)の工程の前に、前記絶縁性シート上に側壁を形成する工程をさらに含み、  
前記(b)の工程は、前記圧電基板の前記一主面と前記絶縁性シートとを対向させ、前記バンプが前記絶縁性シートを貫通するように、且つ前記圧電基板と前記絶縁性シートと前記側壁とが前記櫛形電極の周囲に空間を形成するように前記圧電基板と前記絶縁性シートとを接近させる工程を含み、

前記空間は、前記櫛形電極が振動可能な空間である請求項25に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項27】 前記空間が密閉空間である請求項26に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項28】 前記(b)の工程ののちに前記側壁を覆うように保護部材を形成する工程をさらに含む請求項26に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項29】 前記(b)の工程において、前記バンプが前記絶縁性シートと前記側壁とを貫通するように前記圧電基板と前記絶縁性シートとを接近させる請求項26に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項30】 前記絶縁性シートが半硬化状態の樹脂からなり、

前記(b)の工程において、前記絶縁性シートを、前記樹脂のガラス転移温度以上の温度に加熱する請求項25ないし29のいずれかに記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項31】 前記(a)の工程は、前記一主面上であって前記櫛形電極と前記側壁との間に隔壁を形成する工程をさらに含み、

前記(b)の工程において、前記圧電基板と前記絶縁性シートと前記隔壁とが前記櫛形電極の周囲に第2の空間を形成するように、前記圧電基板と前記絶縁性シートとが接近させられ、

前記第2の空間は、前記櫛形電極が振動可能な空間である請求項26に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項32】 前記(a)の工程は、前記櫛形電極が振動可能な空間を形成するように、前記櫛形電極の周囲に隔壁と前記隔壁の蓋となる屋根部材とを形成する工程を含む請求項25に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項33】 前記(a)の工程は、前記一主面上であって前記櫛形電極の周囲に側壁を形成する工程を含み、

前記(b)の工程は、前記圧電基板の前記一主面と前記絶縁性シートとを対向させ、前記バンプが前記絶縁性シートを貫通するように、且つ前記圧電基板と前記絶縁性シートと前記側壁とが前記櫛形電極の周囲に空間を形成するように前記圧電基板と前記絶縁性シートとを接近させる工程を含み、

前記空間は、前記櫛形電極が振動可能な空間である請求項25に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項34】 前記空間は密閉空間である請求項33に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項35】 前記(b)の工程において、前記絶縁性シートに超音波を印加しながら前記バンプを前記絶縁性シートに貫通させる請求項25ないし34のいずれかに記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項36】 (i) 圧電基板と、前記圧電基板の一主面に形成された複数の櫛形電極と、前記複数の櫛形電極に電気的に接続された複数のバンプとを備える弾性表面波素子と、配線ラインが形成された一主面を備える回路基板とを形成する工程と、

(ii) 前記圧電基板の前記一主面と、前記回路基板の前記一主面とを、空間形成部材を挟んで対向するように配置させる工程と、

(iii) 前記バンプが前記空間形成部材に埋没して前記配線ラインと電気的に接続するように、前記回路基板と前記弾性表面波素子とを接近させる工程とを含み、  
前記(iii)の工程において、前記空間形成部材が前記櫛形電極の周囲に前記櫛形電極が振動可能な空間を形成する弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項37】 前記空間は密閉空間である請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項38】 前記(iii)の工程において、前記バンプが前記空間形成部材を貫通して前記配線ラインと直接接続する請求項36または37に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項39】 前記(iii)の工程において、前記バンプと前記配線ラインとの接点に超音波を印加して前記バンプと前記配線ラインとを接続する請求項38に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項40】 前記空間形成部材が導電性の固形充填物を含み、

前記(iii)の工程において、前記バンプが前記固形充填物を介して前記配線ラインと電気的に接続するように前記回路基板と前記弾性表面波素子とを接近させる請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項41】 前記(iii)の工程において、前記空間形成部材および前記弾性表面波素子から選ばれる少なくとも1つの部分を加熱する請求項36ないし40のいずれかに記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項42】 前記空間形成部材には、前記空間を形成するための貫通孔が形成されている請求項36に記載の弾性表面波デバイス。

【請求項43】 前記空間形成部材には、前記空間を形成するための凹部が形成されている請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項44】 前記回路基板の前記一主面に、前記回路基板の位置を認識するためのパターンが形成されており、

前記(ii)の工程において、前記パターンを利用して前



記弾性表面波素子と前記回路基板とを配置する請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項45】 前記(i)の工程は、前記配線ライン上に前記空間形成部材を加熱圧着し、さらに前記空間形成部材を加熱する工程を含む請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項46】 前記(i)の工程は、前記配線ライン上に感光性樹脂を配置する工程と、前記感光性樹脂を露光および現像することによって前記配線ライン上に前記空間形成部材を形成する工程とを含む請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項47】 前記(i)の工程は、前記圧電基板の前記一主面上に感光性樹脂を配置する工程と、前記感光性樹脂を露光および現像することによって前記圧電基板上に前記空間形成部材を形成する工程とを含む請求項36に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項48】 前記(iii)の工程ののち、前記空間形成部材を保護部材で覆う工程をさらに含む請求項36ないし47に記載の弾性表面波デバイスの製造方法。

【請求項49】 回路基板と弾性表面波デバイスと機能素子とを備える回路モジュールであって、前記回路基板がその一主面に形成された配線ラインを備え、前記弾性表面波デバイスおよび前記機能素子が前記配線ラインに実装されており、前記弾性表面波デバイスが、圧電基板と、前記圧電基板の一主面上に配置された弾性表面波を励振するための複数の楕形電極と、前記一主面上に配置された複数のパンプと、前記一主面側に配置され樹脂を含む部材とを備え、前記パンプと前記楕形電極とが電気的に接続され、前記パンプの少なくとも一部が前記部材に埋没している回路モジュール。

【請求項50】 前記部材が絶縁性シートであり、前記絶縁性シートが前記楕形電極とは離れて配置されており、前記パンプが前記絶縁性シートを貫通している請求項49に記載の回路モジュール。

【請求項51】 前記部材が、前記圧電基板と前記回路基板との間に配置されており、前記部材が、前記楕形電極が振動可能な空間を前記楕形電極の周囲に形成するための空間形成部材である請求項49に記載の回路モジュール。

【請求項52】 前記機能素子が電極を備え、前記機能素子の電極が前記空間形成部材を貫通して前記配線ラインに接続されている請求項51に記載の回路モジュール。

【請求項53】 前記回路基板が、その内部に、層状に形成された複数の配線ラインと前記配線ラインを接続するためのビア電極とを備える請求項49ないし52に記

載の回路モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波デバイスおよびその製造方法、ならびにそれを用いた回路モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話に代表される通信機器の小型化、軽量化が急速に進んでいる。それに伴い、通信機器に搭載されるフィルタや共振器といった弾性表面波デバイス（以下、SAWデバイスという場合がある）も小型化が求められている。また、SAWデバイスの設置に必要な空間の小型化も求められている。

【0003】従来のSAWデバイスの代表的な一例として、SAWデバイス900の断面図を図38（ハッチングは省略する）に模式的に示す。SAWデバイス900は、圧電基板901と、圧電基板901上に形成された楕形電極（別の表現ではinter-digital transducer）902および電極パッド903と、ワイヤ904と、電極パッド905と、内部電極906と、外部電極907と、セラミクス積層基板908a、908bおよび908cの積層体からなるセラミクス積層基板908と、蓋部909とを備える。

【0004】楕形電極902は、弾性表面波を励振するための電極である。楕形電極902は、圧電基板901上に形成された配線ライン（図示せず）によって電極パッド903に電気的に接続されている。楕形電極902は、電極パッド903、ワイヤ904、電極パッド905、および内部電極906を介して、外部電極907と電気的に接続されている。SAWデバイスでは、弾性表面波の伝搬を確保するために楕形電極902の周囲に密閉空間を形成する必要がある。SAWデバイス900では、セラミクス積層基板908と蓋部909とによって、密閉空間が形成されている。

【0005】しかしながら、SAWデバイス900では、ワイヤ904を3次元的に配線する必要があり、また、ワイヤボンディングを行うために電極パッド903および905を大きくする必要があった。そのため、SAWデバイス900の構造では、小型化が難しいという問題があった。また、SAWデバイス900では、ワイヤ904による寄生インダクタンスが大きいという問題があった。

【0006】上記問題を解決するため、圧電基板901、楕形電極902および電極パッド903を備えるSAW素子をフェイスダウンで基板に実装する方法が報告されている（特開平5-55303号公報参照）。そのようなSAWデバイスの一例として、SAWデバイス950の断面図を図39（一部のハッチングを省略する）に模式的に示す。SAWデバイス950は、圧電基板901と、圧電基板901上に形成された楕形電極902

および電極パッド903と、パンプ951と、電極パッド952と、内部電極953と、外部電極954と、基板955と、ダム956と、樹脂膜957とを備える。

【0007】櫛形電極902は、電極パッド903、パンプ951、電極パッド952、および内部電極953を介して外部電極954に電氣的に接続されている。櫛形電極902の周囲には、圧電基板901を覆うように形成された樹脂膜957によって密閉空間が形成されている。ダム956は、樹脂膜957を形成する際に樹脂が密閉空間の内部に流入することを防止する。SAWデバイス950は、SAW素子をフェイスダウンで基板955に実装しているため、SAWデバイス900に比べて小型化が可能である。

【0008】また、SAWデバイス900の気密容器内にフェイスダウンでSAW素子を実装する方法もある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、SAWデバイス950では、以下の問題があった。SAWデバイス950を製造するためには、基板955の表面および内部に電極パッド952、内部電極953、および外部電極954を形成しなければならない。このとき、基板955が薄いと工程中に基板955に反りが生じたり基板955が破損したりする。このため、基板955を薄くすることは困難であり、装置の小型化が十分でないという問題があった。

【0010】また、SAWデバイス950を製造する際には、ダム956で樹脂膜957となる樹脂の流入を阻止するため、圧電基板901と基板955との間隔を非常に高い精度で制御して実装を行う必要がある。このとき、パンプ951と電極パッド952と内部電極953とを一直線上に配置して実装すると、高い精度で実装を行うことが困難になる。これは、内部電極953の材料と基板955の材料とが異なるためである。このため、SAWデバイス950では、パンプ951と内部電極953とをずらして配置しなければならず、十分な小型化が困難であるという問題があった。

【0011】また、SAWデバイス900の気密容器内にフェイスダウン方式でSAW素子が実装されたデバイスでは、SAW素子を内部に配置することができる気密容器が必要となる。このため、そのようなデバイスでも十分な小型化が困難であった。

【0012】上記問題を解決するため、本発明は、従来のSAWデバイスよりもさらに小型化が可能なSAWデバイスおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の弾性表面波デバイスは、圧電基板と、前記圧電基板の一主面上に配置された弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記一主面上に配置された複

数のパンプと、前記一主面側に配置され樹脂を含む部材とを備え、前記パンプと前記櫛形電極とが電氣的に接続され、前記パンプの少なくとも一部が前記部材に埋没している。本発明の弾性表面波デバイスは、たとえば、通信機器に搭載される周波数フィルタや共振器に用いることができる。

【0014】上記弾性表面波デバイスでは、前記部材が絶縁性シートであり、前記絶縁性シートが前記櫛形電極とは離れて配置されており、前記パンプが前記絶縁性シートを貫通していてもよい。

【0015】上記弾性表面波デバイスでは、前記圧電基板の前記一主面に対向するように配置された回路基板をさらに備え、前記回路基板が、前記圧電基板側の表面に形成された配線ラインを備え、前記部材が、前記圧電基板と前記回路基板との間に配置されており、前記部材が、前記櫛形電極が振動可能な空間を前記櫛形電極の周囲に形成するための空間形成部材であってもよい。

【0016】また、本発明の弾性表面波デバイスの第1の製造方法は、(a)弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記櫛形電極に電氣的に接続されたパンプとを、圧電基板の一主面上に形成する工程と、(b)前記圧電基板の前記一主面と絶縁性シートとを対向させ前記パンプが前記絶縁性シートを貫通するように前記圧電基板と前記絶縁性シートとを接近させる工程とを含む。

【0017】また、本発明の弾性表面波デバイスの第2の製造方法は、(i)圧電基板と、前記圧電基板の一主面に形成された複数の櫛形電極と、前記複数の櫛形電極に電氣的に接続された複数のパンプとを備える弾性表面波素子と、配線ラインが形成された一主面を備える回路基板とを形成する工程と、(ii)前記圧電基板の前記一主面と、前記回路基板の前記一主面とを、空間形成部材を挟んで対向するように配置させる工程と、(iii)前記パンプが前記空間形成部材に埋没して前記配線ラインと電氣的に接続するように、前記回路基板と前記弾性表面波素子とを接近させる工程とを含む。そして、前記(iii)の工程において、前記空間形成部材が前記櫛形電極の周囲に前記櫛形電極が振動可能な空間を形成する。

【0018】また、本発明の回路モジュールは、回路基板と弾性表面波デバイスと機能素子とを備える回路モジュールであって、前記回路基板がその一主面に形成された配線ラインを備え、前記弾性表面波デバイスおよび前記機能素子が前記配線ラインに実装されており、前記弾性表面波デバイスが、圧電基板と、前記圧電基板の一主面上に配置された弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記一主面上に配置された複数のパンプと、前記一主面側に配置され樹脂を含む部材とを備え、前記パンプと前記櫛形電極とが電氣的に接続され、前記パンプの少なくとも一部が前記部材に埋没している。

【0019】本発明の回路モジュールでは、前記部材が絶縁性シートであり、前記絶縁性シートが前記櫛形電極とは離れて配置されており、前記バンプが前記絶縁性シートを貫通していてもよい。

【0020】本発明の回路モジュールでは、前記部材が、前記圧電基板と前記回路基板との間に配置されており、前記部材が、前記櫛形電極が振動可能な空間を前記櫛形電極の周囲に形成するための空間形成部材であってもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態の説明では、同様の部分については同様の符号を付して重複する説明を省略する場合がある。

【0022】（実施形態1）本発明の弾性表面波デバイス（SAWデバイス）は、圧電基板と、前記圧電基板の一主面上に配置された弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記一主面上に配置された複数のバンプと、前記一主面側に配置され樹脂を含む部材とを備える。前記バンプと前記櫛形電極とが電気的に接続されている。前記バンプの少なくとも一部は、前記部材に埋没している。

【0023】実施形態1では、本発明のSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態1のSAWデバイスは、前記部材が絶縁性シートであり、前記絶縁性シートが前記櫛形電極とは離れて配置されており、前記バンプが前記絶縁性シートを貫通している。

【0024】実施形態1のSAWデバイス10について、断面図を図1（A）に示す。また、線X-Xの部分から圧電基板11側を見たときの断面図を図1（B）に示し、線X-Xの部分から絶縁性シート15側を見たときの断面図を図1（C）に示す。図1（A）の断面図は、図1（B）の線Y-Yにおける断面図である。図1（A）において、配線ライン18の図示は省略する。

【0025】図1を参照して、SAWデバイス10は、圧電基板11（ハッチングは省略する）と、圧電基板11の一主面11a上に配置された複数の櫛形電極12と、一主面11a上に配置された複数の電極パッド13と、一主面11a（具体的には電極パッド13）上に配置された複数のバンプ14と、一主面11aに対向するように配置された絶縁性シート15と、圧電基板11と絶縁性シート15との間に配置された側壁16と、絶縁性シート15上に形成された外部電極17と、一主面11a上に配置された配線ライン18とを備える。

【0026】圧電基板11は、圧電性の材料からなる。具体的には、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶、ニオブ酸カリウム、ランガサイト、水晶といった圧電材料からなる単結晶基板を用いることができる。たとえば、36° $\gamma$ カットのタンタル酸リチウム基板を用いることができる。また、酸化亜鉛や窒化アルミニウム

からなる薄膜が形成された圧電基板を用いることもできる。ここで、基板のカットの角度について図2を用いて説明する。図2に、タンタル酸リチウムの単結晶21と、単結晶の結晶軸とを示す。単結晶21は、c軸方向、すなわちZ軸方向に自発分極している。36° $\gamma$ カットの基板とは、X軸を回転軸としてY軸を36°回転させて得られるY'軸が法線方向となるように単結晶21を切断した基板である。図2において切断方向を点線で示す。

【0027】圧電基板11の厚さに、特に限定はない。SAWデバイス10では圧電基板11を薄くすることができ、たとえば、0.05mm～0.3mmの範囲内に行うことが可能である。

【0028】なお、SAWデバイス10は、一主面11a上に、櫛形電極12を覆うように形成された珪素化合物からなる膜をさらに備えてもよい。珪素化合物としては、たとえば、酸化珪素（SiO<sub>2</sub>、SiO）や窒化珪素が挙げられる。

【0029】櫛形電極12は、弾性表面波を励振するための電極である。櫛形電極12は、たとえば、アルミニウム、スカンジウム、銅、またはこれらの合金からなる。たとえば、銅を1～2wt%含有するアルミニウム合金を用いることができる。櫛形電極12は、2つの櫛形電極12が一对として対向するように配置される。各櫛形電極12は、配線ライン18、電極パッド13、およびバンプ14を介して外部電極17に電気的に接続されている。なお、図1では、櫛形電極12が、3本または5本の枝状の電極を備えるように簡略化して図示しているが、実際には、数十本以上の枝状の電極を備える。また、実施形態1では、2対の櫛形電極が形成されている場合を示しているが、櫛形電極の数はこれに限定されない。SAWデバイスをフィルタとして用いる場合には、一般的に2対以上の櫛形電極が形成される。

【0030】電極パッド13は、バンプ14と配線ライン18とを接続するために形成される。電極パッド13は、たとえば、銅、アルミニウム、金、またはこれらの合金からなる。たとえば、電極パッド13として、銅を1～2wt%含有するアルミニウム合金膜と金薄膜との積層膜を用いることができる。電極パッド13の厚さは、たとえば、1 $\mu$ m～3 $\mu$ m程度である。

【0031】バンプ14は、導電性の材料からなり、たとえば、金やハンダからなる。バンプ14の直径は、たとえば、50 $\mu$ m～200 $\mu$ m程度である。バンプ14は、側壁16と絶縁性シート15とを貫通して外部電極17と電気的に接続している。なお、実施形態12で説明するように、バンプ14は側壁16を貫通しなくともよい。

【0032】絶縁性シート15は、剛性が低い絶縁性の材料からなる。具体的には、絶縁性シート15は樹脂で形成でき、たとえばエポキシ系の樹脂で形成できる。絶

緑性シート15の厚さは、たとえば、0.02mm～0.2mm程度である。絶縁性シート15は、その内部に分散するように配置された導電性の固形充填物を含んでもよい。この場合には、パンプ14と外部電極17とを、固形充填物を介して電氣的に接続させてもよい。すなわち、この場合には、パンプ14と外部電極17とを直接接触させる必要はない。固形充填物には、たとえば金属の粉末を用いることができる。

【0033】側壁16は、たとえば、絶縁性の樹脂からなる。特に、感光性樹脂を用いることによって、側壁16を容易に形成できる。圧電基板11と絶縁性シート15と側壁16とは、櫛形電極12の周囲に、櫛形電極12が振動可能な空間19を形成する。空間19によって、弾性表面波の伝搬が確保される。空間19は密閉空間であることが好ましい。なお、側壁16の周囲を覆うように配置された樹脂によって空間19を密閉空間にしてもよい。なお、図1(A)～(C)では、側壁16が棒状の場合を示しているが、側壁は櫛形電極の周囲を囲っていてもよい。たとえば、側壁は柱状の形状でもよい。この場合には、側壁の周囲を覆うように配置された樹脂によって、櫛形電極の周囲の空間を密閉空間にする(以下の実施形態においても同様である)。側壁16の高さ、すなわち圧電基板11と絶縁性シート15との距離は、たとえば、0.02mm～0.2mm程度である。なお、実施形態1では、絶縁性シート15と側壁16とが別の部材である場合について説明しているが、樹脂を加熱成形することによって両者を一体成形してもよい。

【0034】外部電極17は、SAWデバイス10を他の基板に実装するための端子として機能する。配線ライン18は、櫛形電極12と電極パッド13とを接続するために形成される。外部電極17および配線ライン18は、電気回路に一般的に用いられる材料で形成できる。

【0035】なお、SAWデバイス10は本発明のSAWデバイスの一例であり、本発明のSAWデバイスは、以下の実施形態で説明するように他の様々な形態を含む。

【0036】実施形態1のSAWデバイスでは、電極パッド13、パンプ14、および外部電極17を同一直線上に配置できるため、従来の装置よりもさらに小型化することが可能である。また、絶縁性シート35に低剛性の樹脂材料を用いることによって、装置の反りや、電極パッド13とパンプ14との接続部、およびパンプ14と外部電極17との接続部の残留応力を小さくできる。装置の反りが小さくなる結果、他の配線基板への実装が容易になり信頼性が向上する。また、接続部の残留応力が小さくなる結果、実装後の信頼性が高くなる。

【0037】(実施形態2) 実施形態2では、本発明のSAWデバイスの製造方法について一例を説明する。

【0038】実施形態2の製造方法では、まず、(a)

弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、櫛形電極と電氣的に接続されたパンプとを、圧電基板の一主面上に形成する。その後、(b) 圧電基板の一主面と絶縁性シートとを対向させ、パンプが絶縁性シートを貫通するように圧電基板と絶縁性シートとを接近させる。

【0039】なお、実施形態2の製造方法は、本発明の製造方法の一例であり、本発明の製造方法は、以下の実施形態で説明するように他の様々な形態を含む。本発明の製造方法では、実施形態1で説明した部材、たとえば圧電基板、櫛形電極、電極パッド、パンプ、絶縁性シート、側壁、外部電極、および配線ラインといった部材を用いることができる。

【0040】(実施形態3) 実施形態3では、実施形態1で説明した本発明のSAWデバイスの一例について説明する。実施形態3のSAWデバイス30の断面図を図3(A)および(B)に示す。図3(B)は、図3(A)の線X-Xから圧電基板31側を見た断面図である。図3(A)は、図3(B)の線Y-Yにおける断面図である。

【0041】SAWデバイス30は、圧電基板31と、圧電基板31の一主面31a上に配置された複数の櫛形電極32と、一主面31a上に配置された複数の電極パッド33と、一主面31a上(具体的には、電極パッド33上)に配置された複数のパンプ34と、一主面31aに対向するように配置された絶縁性シート35と、圧電基板31と絶縁性シート35との間に配置された側壁36と、絶縁性シート35上に形成された外部電極37と、櫛形電極32と電極パッド33とを電氣的に接続する配線ライン38とを備える。SAWデバイス30は、厚さが0.6mm、平面的なサイズが1.5mm×1.0mmである。

【0042】圧電基板31は、36° yカットのタンタル酸リチウム基板である。圧電基板31は、厚さが0.3mmで、一主面31aのサイズが1.5mm×1.0mmである。なお、SAWデバイス30では、さらに薄い圧電基板31を用いることが可能であり、厚さが0.15mmの圧電基板を用いることもできる。

【0043】SAWデバイス30は、4個のパンプ34を備える。パンプ34は、金からなる。パンプ34は、側壁36および絶縁性シート35を貫通して外部電極37と電氣的に接続している。圧電基板31、櫛形電極32、電極パッド33およびパンプ34は、弾性表面波素子(以下、SAW素子という場合がある)40を構成する。

【0044】絶縁性シート35は、エポキシ系樹脂からなる。絶縁性シートの厚さは0.025mmであり、平面的なサイズは圧電基板31と同様である。

【0045】側壁36は、エポキシ系の樹脂からなる。側壁36の厚さは0.05mmであり、サイズは圧電基板31と同様である。圧電基板31と絶縁性シート35

と側壁36とは、楕形電極32の周囲に、楕形電極32が振動可能な密閉空間39を形成する。

【0046】外部電極37は、絶縁性シート35側から順に積層されたニッケル層および金層からなる。絶縁性シート35、側壁36、および外部電極37は、キャリア41を構成する。

【0047】(実施形態4) 実施形態4では、実施形態2で説明した製造方法を用いてSAWデバイス30を製造した一例について説明する。実施形態4の製造方法について、製造工程の断面図を図4(A)～(E)に示す。なお、図4(A)～(E)では、SAWデバイス30を1個だけ示すが、一般的には、ウェハ状の基板を用いて複数のデバイスを一度に形成する。

【0048】まず、図4(A)に示すように、圧電基板31の一主面31a上に、楕形電極32、電極パッド33、および配線ライン38(図示せず)を形成する。これらは、たとえば、スパッタリングによる金属膜の形成とフォトリソグラフィを用いたパターンニングによって形成できる。さらに、電極パッド33上に、パンプ34を形成する。パンプ34は、たとえば、ボールボンディングによって電極パッド33に金ワイヤを接続し、その金ワイヤを切断することによって形成できる。このようにして、SAW素子40を形成する。

【0049】一方、図4(A)の工程の前、平行して、または後に、図4(B)に示すように、キャリア41aを形成する。キャリア41aの製造方法について、工程断面図を図5(A)～(D)に示す。まず、図5(A)に示すように、離型シート51上に、樹脂シート52を形成する。樹脂シート52は、半硬化状態の樹脂からなる。その後、図5(B)に示すように、パンチングなどの機械加工によって離型シート51および樹脂シート52の中央部を打ち抜き、側壁36aを形成する。側壁36aは、樹脂を硬化させることによって側壁36となる。

【0050】一方、図5(C)に示すように、離型シート53上に絶縁性シート35aを形成し、絶縁性シート35a上に外部電極37を形成する。絶縁性シート35aは半硬化状態の樹脂からなり、樹脂の硬化によって絶縁性シート35となる。外部電極37は、たとえば、メッキ、真空蒸着、またはスパッタリングによって形成できる。このとき、メタルマスクやフォトリソ・エッチング法を用いてパターンニングを行うことができる。また、外部電極37は、接着剤によって金属シートを絶縁性シート35a上に貼り付けたのち、金属シートの一部をエッチングによって除去することによっても形成できる。金属シートには、延伸の容易な銅などの金属が好ましい。また、金属シート上に樹脂を塗布して絶縁性シート35aを形成したものを用いてもよい。金属シートを用いる方法によれば、厚くて信頼性が高い外部電極37を簡単に形成できる。

【0051】その後、図5(D)に示すように、離型シート53を剥離した絶縁性シート35aと側壁36aとを貼りあわせたのち、離型シート51を剥離してキャリア41aを形成する。側壁36aは、パンプ34に対応する位置に形成する。側壁36aと絶縁性シート35aとは、外れない程度に接着されていればよい。具体的には、側壁36aと絶縁性シート35aとを加圧しながら、樹脂が硬化しない温度で両者を加熱することによって両者を貼りあわせることができる。

【0052】次に、図4(C)に示すように、圧電基板31の一主面31aと絶縁性シート35a(キャリア41a)とを対向させる。そして、図4(D)に示すように、パンプ34が、側壁36aおよび絶縁性シート35aとを貫通して外部電極37と接続されるように圧電基板31と絶縁性シート35aとを加圧し接近させる。以下、パンプ34を外部電極37に接続する工程を実装工程という場合がある。このとき、側壁36aが圧電基板31に密着し、圧電基板31と側壁36aと絶縁性シート35aとが密閉空間を形成するように両者を接近させる。この実装工程では、樹脂の硬化温度よりも低い温度でキャリア41a(絶縁性シート35aおよび側壁36a)を加熱して樹脂を軟化させることによって、小さい加圧力でパンプ34を側壁36aおよび絶縁性シート35aに貫通させることができる。特に、樹脂のガラス転移温度以上の温度にキャリア41a(絶縁性シート35aおよび側壁36a)を加熱することが好ましい。また、絶縁性シート35aおよび側壁36aの材料である樹脂の硬化温度を $T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )とすると、 $(T_1-20)^{\circ}\text{C}$ 以下の温度でキャリア41aを加熱することが好ましい。これによって、実装工程の途中で樹脂が硬化してしまうことを防止できる。

【0053】次に、図4(E)に示すように、キャリア41aを $160^{\circ}\text{C}$ の温度で加熱することによって側壁36aおよび絶縁性シート35aを硬化させ、側壁36および絶縁性シート35を備えるキャリア41を形成する。このようにして、SAWデバイス30を形成できる。

【0054】なお、実施形態4の製造方法では、SAW素子40を、図6(A)および(B)または図7に示すようにウェハ上に複数形成できる(以下の実施形態においても同様である)。図6(A)は、ウェハ状の圧電基板61の平面図を示し、図6(B)は図6(A)の領域Aの拡大図を示す。図7は、図6(A)の領域Aについて他の一例を示す拡大図である。ウェハは通常、直径が3～4インチのものが用いられる。また、ウェハを特定の大きさに切りだした圧電基板を用いてもよい。

【0055】同様に、図8(A)および(B)または図9に示すように、複数のキャリア41を同時に形成してもよい(以下の実施形態においても同様である)。図8(A)は、絶縁性シート35aの集合体である絶縁性

シート81上に複数の側壁36a(図8(B)および図9において斜線で示す)を形成した場合を示す。図8(B)は、図8(A)の領域Bの拡大図を示す。また、図9は、領域Bの他の一例の拡大図である。

【0056】ウェハ状の圧電基板61を用いて形成された複数のSAW素子40は、各素子ごとに分割してから絶縁性シート81に実装してもよい。また、圧電基板61を用いて形成された複数のSAW素子40を、そのまま一括して絶縁性シート81に実装してもよい。一括して実装を行うことにより、生産性よく低コストにSAWデバイスを製造できる。

【0057】なお、実施形態4の製造方法では、ウェハ状の厚い圧電基板を用いて複数のSAW素子を作製し、さらに図8(B)または図9に示したようなキャリアに一括して実装したのち、圧電基板を研磨して薄くしてもよい(以下の実施形態においても同様である)。研磨の際には、ウェハの端部におけるSAW素子とキャリアとの境界を、除去可能な樹脂で封止しておくことが好ましい。これによって、SAW素子とキャリアとの間に研磨剤が侵入することを防止できる。この製造方法では、厚い圧電基板を用いてSAWデバイスを形成できるため、特に歩留まりよくSAWデバイスを製造できる。

【0058】実施形態4の製造方法では、絶縁性シート35が剛性の低い材料からなるため、実装工程を容易に行うことができる。また、パンプ34の高さを揃える必要がないため、製造が容易である。また、SAW素子40とキャリア41との固定にハンダ付けが必要とならないため、素子を高温に加熱する必要がなくなり、素子の焦電破壊を防止できる。

【0059】なお、図4(D)の実装工程において、SAW素子40、またはキャリア41a(絶縁性シート35aおよび側壁36a)、または両者に超音波を印加しながら圧電基板31と絶縁性シート35aとを接近させてもよい。超音波は実装工程中の一定時間印加すればよい。具体的には、たとえば、パンプ34が側壁36aへの貫通を開始してから、100m秒後に超音波の印加を開始し、実装終了後まで超音波を印加すればよい。超音波を印加することによって、(1)実装工程における加圧力を小さくできる、(2)実装工程における加熱温度を低くできる、(3)パンプ34と外部電極37とを良好に接続できるという効果が得られる。以下に、これらの効果について説明する。

【0060】実装工程時の加圧力が高すぎると圧電基板31が割れたり、側壁36aが押しつぶされたりする場合がある。したがって、実装工程時の加圧力は小さいことが好ましい。実施形態4の製造方法において、パンプ34の数を $n$ とすると(以下、同様である)、 $0.1n$ (W)の超音波を印加することによって、パンプ34を貫通させるのに必要な加圧力を70%以下にできる。また、 $0.2 \cdot n$ (W)の超音波を印加することによ

て、必要な加圧力を50%以下にできる。

【0061】実装工程時の加熱温度が高すぎると、絶縁性シート35aや側壁36aを構成する樹脂が柔らかくなりすぎる場合がある。また、加熱温度が高すぎると、SAW素子40の特性が劣化する場合がある。したがって、実装工程時の加熱温度は低いことが好ましい。実施形態4の製造方法において、 $0.1 \cdot n$ (W)の超音波を印加することによって、パンプ34を貫通させるのに必要な加熱温度(°C)を80%以下にできる。また、 $0.2 \cdot n$ (W)の超音波を印加することによって、必要な加熱温度(°C)を60%以下にできる。

【0062】実装工程時に超音波を印加すると、パンプ34と外部電極37との界面に樹脂が残存することを防止できるため、パンプ34と外部電極37との接続部の信頼性が向上する。その結果、環境の変化や振動に対する信頼性が高いSAWデバイスが得られる。

【0063】さらに、実装工程において超音波を印加する場合には、パンプ34および外部電極37を金で形成し、両者が金の固相拡散反応で接続されるように実装工程を行うことが好ましい。具体的には、加熱温度を120°C~200°Cの範囲内とし、 $0.2 \cdot n$ (W)~ $1 \cdot n$ (W)の範囲内の超音波を印加しながら実装工程を行えばよい。このとき印加される超音波の一部は、絶縁性シート35aや側壁36aに吸収されるため、一般的な実装で印加される超音波の出力よりも高い出力で超音波を印加してもSAWデバイスの破損は少ない。そのため、高い出力の超音波を印加することができ、加熱温度を120°Cまで低下させることが可能となる。パンプ34および外部電極37とを金の固相拡散反応を用いて接続することによって、パンプ34と外部電極37との接続の信頼性を向上できる。また、この接続方法によれば、SAW素子40の特性が加熱によって低下することを防止できる。

【0064】(実施形態5)実施形態5では、本発明のSAWデバイスの他の一例について説明する。実施形態5のSAWデバイス100について、断面図を図10(A)に示す。また、図10(A)の線X-Xから圧電基板31側を見たときの断面図を図10(B)に示す。図10(A)の断面図は、図10(B)の線Y-Yにおける断面図である。図10(B)において、配線ライン38の図示は省略する。

【0065】SAWデバイス100は、実施形態3のSAWデバイス30に加えて、櫛形電極32と側壁36との間に配置された隔壁101をさらに備える。隔壁101を除いて、SAWデバイス100は、SAWデバイス30と同様である。

【0066】隔壁101は樹脂からなる。具体的には、たとえば、感光性アクリル系樹脂、感光性エポキシ樹脂、または感光性ポリイミド樹脂を用いることができる。圧電基板31と絶縁性シート35と隔壁101と



は、第2の密閉空間109を形成している。すなわち、楕形電極32の周囲は、密閉空間39および109によって二重に封止されている。さらに、隔壁101は、剛性が低い絶縁性シート35が変形して楕形電極32と接触することを防止する。このように、SAWデバイス100は隔壁101を備えるため、特性および信頼性が特に高いSAWデバイスが得られる。

【0067】SAWデバイス100は、実施形態4で説明した製造方法に、隔壁101を形成する工程を加えることによって製造できる。製造方法の一例を以下に説明する。まず、図11(A)に示すように、圧電基板31の一主面31a上に、楕形電極32および電極パッド33を形成する。

【0068】次に、図11(B)に示すように、感光性のアクリル系樹脂シート111を一主面31a上にラミネートする。アクリル系樹脂シート111の厚さは、側壁36の高さよりも大きくするようにしておく。

【0069】次に、図11(C)に示すように、アクリル系樹脂シート111の露光および現像を行って、アクリル系樹脂シート111をパターンニングし、隔壁101aを形成する。隔壁101aは、樹脂の硬化によって隔壁101となる。

【0070】次に、図11(D)に示すように、電極パッド33上にバンプ34を形成する。その後は、実施形態4で説明した方法と同様の方法でSAWデバイス100を製造できる。

【0071】上記製造方法では、隔壁101を形成することによって、絶縁性シート35が変形して楕形電極32に接触することを防止できる。また、側壁36が高い加圧力によって変形して楕形電極32に接触することを防止できる。

【0072】(実施形態6) 実施形態6では、本発明のSAWデバイスの他の一例について説明する。実施形態6のSAWデバイス120について、断面図を図12に示す。SAWデバイス120は、SAWデバイス100に比べて、屋根部材121をさらに備える点のみが異なる。実施形態6では、SAWデバイス100と同様の部分については重複する説明を省略する。

【0073】屋根部材121は、圧電基板31と絶縁性シート35との間に配置される。屋根部材121は、たとえば、アクリル系樹脂からなる。屋根部材121は、隔壁101の蓋となる部材である。圧電基板31と隔壁101と屋根部材121とは第2の密閉空間129を形成する。屋根部材121は、絶縁性シート35と接触している。

【0074】SAWデバイス120では、楕形電極32の周囲は密閉空間39と密閉空間129によって二重に封止されている。したがって、SAWデバイス120によれば、楕形電極32の周囲の気密性を高めることができる。また、絶縁性シート35が楕形電極32に接触す

ることを防止できる。

【0075】SAWデバイス120は、図11(C)の工程ののちに、隔壁101a上に屋根部材121を配置することによって製造できる。屋根部材121は、たとえば、感光性樹脂からなるシートを、露光・現像によってパターンニングすることによって形成できる。このとき、隔壁101aの高さと屋根部材121の厚さとの和が、側壁36の高さよりも大きくなるように隔壁101aおよび屋根部材121を形成する。実施形態6の製造方法では、実施形態5で説明した効果が得られる。さらにこの製造方法によれば、樹脂を硬化させるときに発生する有機溶媒でSAW素子40の特性が低下することを防止できる。

【0076】なお、屋根部材121は、絶縁性シート35と離れた位置に配置してもよい。そのようなSAWデバイス130について、断面図を図13に示す。SAWデバイス130では、絶縁性シート35と屋根部材121とが接触していないため、両者の間で化学反応などが生じることを防止できる。このため、特に信頼性が高いSAWデバイスが得られる。また、絶縁性シート35と屋根部材121とを異なる材料で形成することができ

る。

【0077】(実施形態7) 実施形態7では、本発明のSAWデバイスの他の一例について説明する。実施形態7のSAWデバイス140について、SAW素子の部分の拡大図を図14に示す。なお、SAWデバイス140は、SAWデバイス30と同様にキャリア41を備える。

【0078】SAWデバイス140は、実施形態3のSAWデバイス30と比較して、圧電基板31の一主面31a上に形成された膜141を備える点のみが異なる。実施形態7では、SAWデバイス30と同様の部分については重複する説明を省略する。

【0079】SAWデバイス140は、一主面31a上に、複数の楕形電極32を覆うように形成された膜141を備える。膜141は、圧電基板31と側壁36との接着性を向上させる材料からなる。具体的には、珪素化合物を用いることができ、たとえば、酸化珪素( $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}$ )や窒化珪素を用いることができる。

【0080】SAWデバイス140では、膜141によって、圧電基板31と側壁36との間の接着性が向上する。このため、圧電基板31と側壁36との界面から密閉空間39に侵入する水分を減少させることができ、装置の耐湿性が向上する。また、接着性の向上によってデバイスの信頼性が向上する。

【0081】この効果を確認するため、SAWデバイス30および140を実際に作製して不活性ガスを用いたリークテストを行った。その結果、SAWデバイス140における密閉空間からのガスのリーク量は、SAWデバイス30におけるリーク量の10分の1以下となっ

た。

【0082】また、SAWデバイス30および140について、85℃、相対湿度85%の雰囲気下に放置する信頼性試験を行った。その結果、SAWデバイス140の不良発生率は、SAWデバイス30に比べて非常に低かった。

【0083】また、SAWデバイス30および140について、熱衝撃試験を行った。その結果、SAWデバイス140の不良発生率は、SAWデバイス30に比べて非常に低かった。

【0084】(実施形態8)実施形態8では、本発明のSAWデバイスの他の例について説明する。実施形態8のSAWデバイスは、SAWデバイス30に保護部材を形成したデバイスである。

【0085】実施形態8のSAWデバイス150の断面図を図15に示す。SAWデバイス150は、SAWデバイス30と比べて、側面(側壁36)を覆うように耐湿性の保護部材151が形成されている点のみが異なる。

【0086】保護部材151は、耐湿性の高い材料からなる。具体的には、たとえば、珪素化合物、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、フッ素系樹脂またはアクリル系樹脂を用いることができる。さらに具体的には、撈水性のフッ素系樹脂、 $\text{SiO}_2$ 、または $\text{SiN}$ を用いることができる。保護部材151の材料となる樹脂は、121℃、2気圧、飽和水蒸気圧下で20時間放置した場合に、質量の変動が2%以下であることが好ましい。

【0087】保護部材151は、密閉空間39に水分が侵入することを防止するとともに、装置の耐衝撃性を高める。したがって、SAWデバイス150は、SAWデバイス30よりもさらに耐湿性および耐衝撃性が高い。

【0088】なお、保護部材151は、圧電基板31の他主面31b(一主面31aとは反対側の主面)と装置の側面(側壁36)とを覆うように形成してもよい。そのようなSAWデバイス160について一例の断面図を図16に示す。

【0089】SAWデバイス160は、SAWデバイス30とは、保護部材161を備える点のみが異なる。保護部材161は、圧電基板31の他主面31bおよび側面を覆うように形成されている。保護部材161には、保護部材151と同様の材料を用いることができる。保護部材161は、他主面31bを覆うように形成されているため、保護部材151で得られる効果に加えて、さらに優れた耐衝撃性が得られる。保護部材161は、側壁36を覆うように形成された第1の保護部材と、他主面31bを覆うように形成された第2の保護部材とを一体として形成した保護部材である。

【0090】SAWデバイス150および160を実際に作製して耐衝撃性の評価を行った。具体的には、各装置に10グラムのおもりをつけてコンクリート面に落下

させる試験を行った。その結果、SAWデバイス160は、SAWデバイス150よりもさらに耐衝撃性に優れていた。

【0091】なお、保護部材は、さらにその表面を覆う保護膜で被覆されていてもよい(以下の保護部材においても同様である)。保護膜は、たとえば、珪素化合物、撈水性の樹脂材料、または金属材料からなる。珪素化合物としては、二酸化珪素や窒化珪素を用いることができる。撈水性の樹脂材料としては、フッ素系樹脂やシリコン系樹脂を用いることができる。

【0092】(実施形態9)実施形態9では、本発明のSAWデバイスの他の一例について説明する。実施形態9のSAWデバイス170について、断面図を図17に示す。SAWデバイス170は、圧電基板31の他主面31b(一主面31aとは反対側の主面)上に形成された保護部材171を備える。

【0093】保護部材171は、装置の耐衝撃性を向上させるために形成される。保護部材171は、衝撃を吸収する材料からなり、たとえば樹脂からなる。具体的には、たとえば、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、またはアクリル系樹脂を用いることができる。これらの中でも、硬化時の収縮応力を考慮すると、剛性が低いシリコン系樹脂がより好ましい。

【0094】厚さが0.15mmの圧電基板31を用いてSAWデバイス30および170を形成し、耐衝撃性を評価した。具体的には、100gのおもりをつけたSAWデバイス30および170をコンクリート面に落下させて耐衝撃性を評価した。その結果、SAWデバイス170では、SAWデバイス30よりもさらに耐衝撃性が向上していた。

【0095】なお、保護部材171は、SAWデバイス160のように、他主面31bおよび側面を覆うように形成してもよい。これによって、SAWデバイスの耐湿性および耐衝撃性が向上する。

【0096】(実施形態10)実施形態10では、本発明のSAWデバイスおよびその製造方法について他の例を説明する。

【0097】実施形態10の製造方法について、工程断面図を図18(A)~18(C)に示す。まず、図18(A)に示すように、台座181の上方で、キャリア182とSAW素子40とを対向させる。台座181としては、たとえば、表面がテフロン(登録商標)でコートされたステンレス製の台座を用いることができる。キャリア182は、外部電極37を形成しないことを除いて、図5に示した方法と同様の方法で形成できる。SAW素子40は、図4(A)で説明した方法と同様の方法で形成できる。

【0098】次に、図18(B)に示すように、キャリア182にパンプ34を貫通させ、パンプ34を台座181に押しつける。キャリア182を貫通したパンプ3



4の先端は、電極端子部として利用可能である。

【0099】図18(B)の工程では、固着防止のための膜(たとえば、テフロンコート)を台座181の表面に設けることが好ましい。これによって、パンプ34と台座181とが固着することを防止できる。このようにして、図18(C)に示すSAWデバイス180が得られる。

【0100】実施形態10の製造方法では、外部電極37を形成する工程を省略できるため、本発明のSAWデバイスを安価に製造できる。また、外部電極37を形成する場合には、メッキ工程や気相成膜工程といった外部電極37を形成する工程に耐えるような材料で絶縁性シート35を形成する必要がある。これに対し、実施形態10の製造方法ではそのような制約がない。このため、絶縁性シート35の材料の選択の幅が広がる。

【0101】なお、台座181の代わりに、電極端子部が形成される部分に凹部を備えた台座を用いてもよい。そのような台座191を用いた製造方法について、製造工程の断面図を図19(A)～(C)に示す。

【0102】図19(A)～(C)の製造工程では、電極端子部が形成される部分に凹部191aが形成された台座191を用いる。その結果、キャリア182を貫通したパンプ34の先端が、凹部191aの形に形成されて電極端子部34aとなる。このように、台座191を用いることによって電極端子部34aを正確に形成でき、SAWデバイスの実装を信頼性よく容易に行うことができる。

【0103】(実施形態11) 実施形態11では、本発明のSAWデバイスおよびその製造方法について他の例を説明する。実施形態11の製造方法について、工程断面図を図20(A)および(B)に示す。

【0104】まず、図20(A)に示すように、配線基板201の上方で、キャリア182とSAW素子40とを対向させる。配線基板201は、基板201aと基板201a上に形成された電極201bとを含む。基板201aは、たとえば、ガラスエポキシ、紙エポキシ、紙フェノール、アラミド樹脂、またはセラミクスからなる。電極201bは、たとえば金からなり、表面にメッキが施されていてもよい。配線基板201は、プリント基板でもよいし、また、回路が内蔵されたセラミクス基板でもよい。SAW素子40およびキャリア182は、上述したものと同様である。

【0105】次に、図20(B)に示すように、キャリア182にパンプ34を貫通させ、さらにパンプ34と電極201bとを電気的に接続する。このときの条件は、電極201bの材料によって異なる。

【0106】パンプ34および電極201bがともに金からなる場合、金の固相拡散反応によって、両者を電気的・機械的に接続できる。金の固相拡散反応は、たとえば、配線基板201を120℃～300℃程度に加熱

し、超音波を印加することによって起こさせることができる。ただし、圧電基板31が焦電係数の高い材料からなる場合には、焦電破壊をさけるため、加熱温度を200℃以下にする必要がある。圧電基板31として焦電係数が低い水晶基板を用いる場合には、300℃程度まで加熱することが可能である。また、加熱温度は、側壁36や絶縁性シート35の材料によっても制限される。加熱温度が120℃程度と低い場合には、 $1 \cdot n$  (W) (nはパンプ34の数)程度の超音波を印加することが必要となる。

【0107】パンプ34が金からなり、電極201bが表面にメッキが施された金からなる場合には、加熱をしないで超音波を印加するだけで、両者を電気的・機械的に接続できる。具体的には、たとえば、 $0.2 \cdot n$  (W)の超音波を印加することによってパンプ34と電極201bとを電気的・機械的に接続できる。ただし、このとき加熱を行うことによって、SAW素子40の実装が容易になる。ただし、加熱は、SAW素子40の特性が劣化しない範囲で行うことが好ましい。パンプ34の金と電極201bのすずとは、その後のリフロー工程で共晶を形成して強固な接合を形成する。

【0108】(実施形態12) 実施形態12では、本発明のSAWデバイスの他の一例について説明する。実施形態12のSAWデバイス210について、断面図を図21(A)および(B)に示す。図21(A)は図21(B)の線Y-Yにおける断面図(配線ライン38は省略)である。図21(B)は、図21(A)の線X-Xから圧電基板31側を見たときの断面図である。

【0109】SAWデバイス210は、楕円形電極32の周囲に配置された側壁215を備える。側壁215は、側壁36と同様の材料からなる。側壁215は、図10(B)の隔壁101と同様の位置に配置される。圧電基板31と側壁215と絶縁性シート35とは、密閉空間219を形成する。SAWデバイス210では、側壁215がパンプ34の内側に配置されている。パンプ34は、側壁215を貫通せず、絶縁性シート35のみを貫通する。

【0110】SAWデバイス210の製造方法について、以下に説明する。SAWデバイス210は、側壁215の製造工程を除いて、実施形態4で説明した方法と同様の方法で製造できる。

【0111】側壁215は、圧電基板31上に形成しても、絶縁性シート35上に形成してもよい。側壁215を圧電基板31上に形成する場合には、感光性の樹脂を用いてフォトリソグラフィーによって形成できる。これによって、側壁215を所定の位置に精度よく形成でき、装置の小型化、および製造歩留まりの向上が可能となる。側壁215を絶縁性シート35上に形成する場合には、側壁36と同様の方法で形成できる。

【0112】SAWデバイス210の製造方法では、パ

ンプ34を側壁に貫通させる必要がないため、実装工程時の条件の制御が容易になる。

【0113】なお、SAWデバイス210の側面や圧電基板31の他主面31bを覆うように保護部材を形成してもよい。装置の側面のみに保護部材151を形成したSAWデバイス210aについて、断面図を図22

(A)に示す。また、装置の側面および他主面31bを覆うように保護部材161を形成したSAWデバイス210bについて、断面図を図22(B)に示す。保護部材を形成することによって、装置の耐湿性および耐衝撃性が向上する。

【0114】また、絶縁性シート35が屋根部35bを備えてもよい。そのようなSAWデバイス210cについて、断面図を図23に示す。SAWデバイス210cでは、圧電基板31と側壁215と屋根部35bとが密閉空間219を形成する。なお、SAWデバイス210aおよび210bと同様に、SAWデバイス210cの周囲に保護部材を形成してもよい。

【0115】(実施形態13) 実施形態13では、本発明の回路モジュールについて一例を説明する。実施形態13の回路モジュール240について、断面図を図24に示す。回路モジュール240は、配線基板201とSAWデバイス30と保護部材241とを含む。

【0116】配線基板201上には、機能素子などの回路部品が実装されている。具体的には、抵抗、コンデンサ、コイル、ダイオードといったディスクリート部品や半導体集積回路が実装されている。SAWデバイス30は、たとえば、配線基板の電極201bに外部電極37をハンダ付けすることによって実装できる。回路モジュール240では、絶縁性シート35が低剛性の材料からなるため、ハンダ付けによって生じる応力を絶縁性シート35が吸収する。そのため、回路モジュール240では、薄い圧電基板31を用いることができる。

【0117】SAWデバイス30は、保護部材241で覆われている。保護部材241には、保護部材151と同様の材料を用いることができる。

【0118】なお、配線基板201の代わりに、内部に電子部品が内蔵されたセラミクス積層基板を用いてもよい。そのような回路モジュール250について、断面図を図25に模式的に示す。

【0119】回路モジュール250は、セラミクス積層基板251と、SAWデバイス30と、保護部材252と回路部品とを備える。セラミクス積層基板251の表面には、配線ライン253およびグランド電極254が形成されている。セラミクス積層基板251の内部には、容量性素子255が形成されている。配線ライン253には、SAWデバイス30および抵抗素子256(ハッチングは省略する)が実装されている。

【0120】SAWデバイス30は、保護部材252で

覆われている。保護部材252には、保護部材151と同様の材料を用いることができる。

【0121】なお、配線基板201やセラミクス積層基板251上に実装するSAWデバイスは、SAWデバイス30に限らず、本発明の他のSAWデバイスであってもよい。

【0122】(実施形態14) 実施形態14では、本発明の弾性表面波デバイスについて他の一例を説明する。実施形態14のSAWデバイスは、圧電基板と、前記圧電基板の一主面上に配置された弾性表面波を励振するための複数の櫛形電極と、前記一主面上に配置された複数のバンプと、前記一主面側に配置され樹脂を含む部材とを備える。前記バンプと前記櫛形電極とは電氣的に接続されている。前記バンプの少なくとも一部は、前記部材に埋没している。

【0123】実施形態14のSAWデバイスは、さらに、前記圧電基板の前記一主面に対向するように配置された回路基板をさらに備える。前記回路基板は、前記圧電基板側の表面に形成された配線ラインを備える。前記樹脂を含む部材は、前記櫛形電極が振動可能な空間を前記櫛形電極の周囲に形成するための空間形成部材である。

【0124】実施形態14のSAWデバイスは、以下の実施形態で説明するように様々な形態のSAWデバイスを含む。なお、以下の実施形態においては棒状の空間形成部材を示しているが、空間形成部材は櫛形電極の周囲を囲っていないともよい。たとえば、空間形成部材は柱状の形状でもよい。この場合には、空間形成部材の周囲を覆うように配置された樹脂によって櫛形電極の周囲の空間を密閉空間にする。

【0125】(実施形態15) 実施形態15では、本発明のSAWデバイスの製造方法について一例を説明する。

【0126】実施形態15の製造方法では、まず、  
(i) 圧電基板と、前記圧電基板の一主面に形成された複数の櫛形電極と、前記複数の櫛形電極に電氣的に接続された複数のバンプとを備える弾性表面波素子と、配線ラインが形成された一主面を備える回路基板とを形成する。その後、(ii) 前記圧電基板の前記一主面と、前記回路基板の前記一主面とを、空間形成部材を挟んで対向するように配置させる。その後、(iii) 前記バンプが前記空間形成部材に埋没して前記配線ラインと電氣的に接続するように、前記回路基板と前記弾性表面波素子とを接近させる。前記(iii)の工程において、前記空間形成部材が前記櫛形電極の周囲に前記櫛形電極が振動可能な空間を形成する。

【0127】なお、実施形態15の製造方法は、本発明の製造方法の一例であり、本発明の製造方法は、以下の実施形態で説明するように他の様々な形態を含む。本発明の製造方法では、実施形態1で説明した部材、たとえ

ば圧電基板、櫛形電極、電極パッド、バンパ、絶縁性シート、側壁、外部電極、および配線ラインといった部材を用いることができる。

【0128】(実施形態16)実施形態16では、実施形態14のSAWデバイスおよびその製造方法の一例について説明する。実施形態16のSAWデバイス300について断面図を図26に示す。

【0129】SAWデバイス300は、SAW素子301と回路基板310と空間形成部材320とを備える。SAW素子301は、SAWデバイス10に含まれるSAW素子と同様である。SAW素子301は、圧電基板11と圧電基板11の一主面11a上に形成された複数の櫛形電極12と、電極パッド13と、電極パッド13上に形成された複数のバンパ14とを備える。

【0130】空間形成部材320は、樹脂からなる。空間形成部材320には、櫛形電極12が振動可能な空間を形成するための貫通孔または凹部が形成されている。空間形成部材320は、圧電基板11と回路基板310との間に配置されている。回路基板310と圧電基板11と空間形成部材320とは、櫛形電極12の周囲に櫛形電極12が振動するための密閉空間を形成する。

【0131】回路基板310は、基体311、配線ライン312、ビア電極313、内部電極314および外部電極315を備える。基体311は、絶縁体からなる層311a~311cが積層された積層体である。配線ライン312は、回路基板310の一主面310a上に形成される。ビア電極313および内部電極314は、基体311の内部に形成される。内部電極314は、基体311の内部に層状に形成されている。ビア電極313は、配線ライン312、内部電極314および外部電極315を接続する。バンパ14は、空間形成部材320を貫通して直接配線ライン312に接続されている。バンパ14と配線ライン312とは、超音波を印加することによって接続されることが好ましい。櫛形電極12は、電極パッド13、バンパ14、配線ライン312、ビア電極313および内部電極314を介して外部電極315に電気的に接続されている。また、SAW素子301は、バンパ14および空間形成部材320によって、回路基板310に固定されている。

【0132】SAWデバイス300では、SAW素子301を気密封止する容器を必要としないため、小型化および低背化が可能である。また、SAWデバイス300では、空間形成部材320とバンパ14とによって、回路基板310上にSAW素子301を支持するので、SAW素子を安定に支持できる。

【0133】次に、このSAWデバイス300の製造方法について、図27(A)および(B)を用いて説明する。まず、SAW素子301、回路基板310、および空間形成部材320をそれぞれ作製する(工程

(i))。各構成部分は、どのような順序で作製しても

よく、同時に作製してもよい。以下に、各構成部分の作製方法について説明する。

【0134】まず、回路基板310を作製する工程を説明する。回路基板310は、積層されたセラミック誘電体からなる基体311を含む。基体311は、セラミックグリーンシートを焼成することによって形成できる。基体311には、ガラスエポキシ系の樹脂基板を用いてもよい。配線ライン312、内部電極314および外部電極315は、一般的な配線の形成方法によって形成できる。ビア電極313は、基体311にビアホールを形成し、その内部に金属ペーストを充填して焼成することによって形成できる。なお、配線ライン312と外部電極315とは、インダクタやキャパシタ、移相回路、バラン、ローパスフィルタといった機能回路を介して接続してもよい。これらの機能回路は、基体311の内部に配置してもよい。

【0135】次に、空間形成部材320を作製する工程を説明する。空間形成部材320には、櫛形電極12が振動可能な空間を形成するための貫通孔または凹部が形成されている。空間形成部材320は、一般的な方法で形成できる。たとえば、空間形成部材320は、樹脂からなる板状体の中央部に機械的に貫通孔を形成することによって作製できる。また、空間形成部材320は、空洞部を設けた型枠に硬化前の樹脂を流し込んで半硬化させることによって作製できる。また、貫通孔が形成された板状体と平板な板状体とを貼り合わせることも、凹部を備える空間形成部材320を作製できる。

【0136】空間形成部材320は、熱硬化性樹脂からなることが好ましく、たとえばエポキシ樹脂で形成できる。なお、空間形成部材320の熱変形性、粘度、および弾性率といった特性を制御するために、空間形成部材320は固形充填物を含んでもよい。

【0137】次に、SAW素子301を作製する工程について説明する。SAW素子301は、実施形態4で説明したSAW素子40の作製方法と同様の方法で形成できる。バンパ14は、実施形態4で説明したように、金ワイヤを用いたボールボンディング法によって形成できる。バンパ14は、信頼性が高い電気接続を行うため、変形しやすい金からなることが好ましい。さらに、バンパ14は、空間形成部材320を貫通しやすくするため、先端が尖った2段型の構造であることが好ましい。バンパ14の高さは、空間形成部材320の厚さより高いことが好ましい。バンパ14の高さを一定の範囲内とすることによって、空間形成部材320を変形させることなく、バンパ14と配線ライン312とを信頼性よく接続できる。

【0138】次に、SAW素子301と回路基板310と空間形成部材320とを組み立ててSAWデバイス300を作製する工程について説明する。

【0139】まず、図27(A)に示すように、回路基

板310の一主面310aに空間形成部材320を加熱圧着する。空間形成部材320は、配線ライン312のうちパンプ14が接続される部分を少なくとも覆うように配置される。加熱圧着の温度や圧力等の条件は、空間形成部材320が所定の空間を形成できるように、使用する樹脂の種類によって選択する。具体的には、たとえば、加熱温度：50℃、圧力： $1.47 \times 10^5$  Paの条件で加熱圧着を行うことができる。なお、貫通孔ではなく凹部が形成された空間形成部材320を用いる場合には、凹部が形成されていない側を回路基板310に加熱圧着する。

【0140】空間形成部材320を積層した後、空間形成部材320を熱処理して、空間形成部材320を形成する樹脂に含まれるガス成分を除去することが好ましい。空間形成部材320に含まれるガス成分を除去することで、SAWデバイス300の特性の変動を抑制できる。この場合、熱処理の条件は、空間形成部材320を形成する樹脂に応じて種々選択できる。たとえば、100℃で2時間の条件で熱処理を行うことができる。

【0141】その後、図27(A)に示すように、圧電基板11の一主面11aと、回路基板310の一主面310aとを空間形成部材320を挟んで対向させる。

【0142】次に、図27(B)に示すように、パンプ14が空間形成部材320を貫通して配線ライン312と直接接続するように、回路基板310とSAW素子301とを接近させる。この工程によって、櫛形電極12の周囲に、櫛形電極12が振動可能な密閉空間326が形成される。具体的には、回路基板310をステージ331上に配置したのち、パンプ14が空間形成部材320を貫通するように、圧電基板11の裏面側をプレスステージ330で加圧する。加圧は、パンプ14と配線ライン312とが密着するまで行う。このとき、空間形成部材320に圧縮応力がわずかに加わる程度まで圧力を加えてもよい。これによって、パンプ14を塑性変形させてSAW素子301を固定するとともに、パンプ14を配線ライン312と電気的に接続できる。パンプ14を塑性変形させることによって、パンプ14と配線ライン312とを信頼性よく接続できる。パンプ14の高さを空間形成部材320の厚さより大きくしておくことによって、SAW素子301と回路基板310とを接近させる際にパンプ14を塑性変形させることができる。

【0143】パンプ14と配線ライン312とを接続する工程では、パンプ14が空間形成部材320を貫通しやすいように、SAW素子301および空間形成部材320から選ばれる少なくとも1つの部分を加熱することが好ましい。さらに、この工程において、パンプ14と配線ライン312との接点に超音波を印加して、パンプ14と配線ライン312とを超音波接合してもよい。超音波接合によって、電気的な接続を特に信頼性よく行うことができる。この超音波の印加条件は種々選択でき

る。このSAWデバイス300では、空間形成部材320とパンプ14とによってSAW素子301を固定するので、パンプ14のみで固定する従来の方法に比べてSAW素子301を安定に固定できる。したがって、SAWデバイス300を製造する場合には、パンプ14を固定するための超音波出力を小さくできる。その結果、SAW素子301の圧電基板11が衝撃によって割れることを抑制できる。

【0144】さらに、図27(B)の工程ののちに加熱処理を行って空間形成部材320の樹脂を硬化させ、SAW素子301と空間形成部材320との密着性、および空間形成部材320と回路基板310との密着性を向上させることが好ましい。この加熱処理は、空間形成部材320の材料に応じて選択でき、たとえば、150℃で1時間の条件で行うことができる。この加熱処理によって、密閉空間326の気密性を向上させることができる。この加熱処理では、パンプ14と配線ライン312とが接合しており、空間形成部材320にはわずかに圧縮応力が作用しているため、加圧する必要はない。したがって、生産性よくSAWデバイス300を製造できる。

【0145】加熱処理によって空間形成部材320を硬化させることで、機械的衝撃に強く信頼性の高いSAWデバイス300が得られる。また、空間形成部材320がSAW素子301の外形寸法より大きい場合には、加熱処理によって、空間形成部材320の樹脂がSAW素子301の側面にも回り込み、密閉空間326の気密性を向上させることができる。

【0146】実施形態16の製造方法によれば、SAW素子301が強固に固定されたSAWデバイス300が得られる。

【0147】(実施形態17) 実施形態17では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態17のSAWデバイス300aについて、断面図を図28に示す。

【0148】SAWデバイス300aは、実施形態16のSAWデバイス300と比較して、空間形成部材320の周囲を覆うように配置された保護部材327を備える点が異なる。保護部材327は、保護部材151と同様の材料で形成できる。SAWデバイス300aでは、保護部材327によって密閉空間326の気密性を高くでき、水分などが密閉空間326に侵入することを防止できる。

【0149】保護部材327の材料の熱膨張係数は、回路基板310の材料の熱膨張係数の0.8倍～1.2倍の範囲内にあることが好ましい。これによって、動作環境の温度が変化しても、熱膨張係数の違いによって保護部材と回路基板とが変形することがない。その結果、温度変化による特性の劣化が少ないSAWデバイスが得られる。

【0150】(実施形態18) 実施形態18では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態18のSAWデバイス300bについて、断面図を図29に示す。

【0151】SAWデバイス300bは、実施形態17のSAWデバイス300aと比較して、空間形成部材320の周囲だけでなく、SAW素子301の裏面も保護部材327で覆っている点で相違する。換言すれば、SAWデバイス300bは、空間形成部材320の周囲に配置された第1の保護部材と、圧電基板11の一面11aとは反対側の他主面を覆うように配置された第2の保護部材とを備える。SAWデバイス300bでは、第1の保護部材と第2の保護部材とが一体として形成されている。

【0152】SAWデバイス300bでは、SAW素子301が回路基板310上に強固に固定されており、また、圧電基板11が保護部材327で覆われている。したがって、圧電基板11として、タンタル酸リチウムなどの脆い材料を用いた場合でも、機械的衝撃や熱的衝撃による影響を抑制できる。

【0153】(実施形態19) 実施形態19では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態19のSAWデバイス300cについて、断面図を図30に示す。

【0154】SAWデバイス300cは、実施形態18のSAWデバイス300bと比較して、回路基板310上の配線ライン312が密閉空間326の内部にまで形成されている点が異なる。SAWデバイス300cでは、空間形成部材320の開口部に配置された配線ライン312によって、SAWデバイスを組み立てる際に回路基板310とSAW素子301とを精度よく位置合わせすることができる。なお、配線ライン312とは別に、回路基板310の位置を認識するためのパターンが回路基板310上に形成されていてもよい。このパターンは、配線ライン312と同様の方法で形成できる。

【0155】(実施形態20) 実施形態20では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態20のSAWデバイス300dについて、断面図を図31に示す。

【0156】SAWデバイス300dは、実施形態16のSAWデバイス300と比較して、空間形成部材のみが異なる。SAWデバイス300dの空間形成部材320aは、第1の部材320xと第2の部材320yとからなる。第1の部材320xの中央部には、貫通孔が形成されている。第1の部材320xには、実施形態16で説明した空間形成部材320を薄くしたものをを用いることができる。第2の部材320yには、樹脂からなるシートを用いることができる。なお、第2の部材320yは、その回路基板310側に、必要に応じて凹部が形成されていてもよい。第1の部材320xは第2の部材

320y上に積層されており、第1の部材320xの貫通孔が凹部を形成する。この凹部が、櫛形電極12が振動可能な空間を形成する。

【0157】空間形成部材320aは、空間形成部材320と同様に回路基板310上に加熱圧着すればよい。また、第2の部材320yを回路基板310上に加熱圧着したのち、第2の部材320y上に第1の部材320xを加熱圧着してもよい。

【0158】SAWデバイス300dは、シート状の第2の部材320yを備えるため、回路基板310から金属粉などが剥離して櫛形電極12に付着することを防止できる。その結果、櫛形電極12が短絡することを防止でき、信頼性が高いSAWデバイスが得られる。

【0159】(実施形態21) 実施形態21では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態21のSAWデバイス300eについて、断面図を図32に示す。

【0160】SAWデバイス300eは、実施形態20のSAWデバイス300dと比較して、空間形成部材320aの周囲およびSAW素子301の裏面側を保護部材327で覆っている点が異なる。保護部材327は、実施形態18で説明したものと同様である。SAWデバイス300eでは、SAWデバイス300dで得られる効果に加えて、実施形態18で説明した効果も得られる。

【0161】なお、第1の部材320xは、第2の部材320yよりも大きくてもよい。そのような構成のSAWデバイス300fについて、断面図を図33に示す。SAWデバイス300fでは、第1の部材320xが第2の部材320yを覆うように配置されている。第1の部材320xは、さらに、回路基板310の表面を覆ってもよい。

【0162】(実施形態22) 実施形態22では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態22のSAWデバイス300gについて、断面図を図34に示す。

【0163】SAWデバイス300gは、実施形態21のSAWデバイス300eと比較して、配線ライン312が空間形成部材320aの外側にまで形成されている。そのため、SAWデバイス300gを組み立てる工程において、空間形成部材320aの外側に配置された配線ライン312を利用して、回路基板310の位置合わせを正確に行うことができる。なお、配線ライン312とは別に、位置合わせ用のパターンを空間形成部材320aの外側に形成してもよい。

【0164】(実施形態23) 実施形態23では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態23のSAWデバイス300hについて、断面図を図35に示す。

【0165】SAWデバイス300hは、SAWデバイ

ス300eと比較して、空間形成部材320aの第2の部材320yがSAW素子301と同程度のサイズであることが異なる。また、SAWデバイス300eと比較して、空間形成部材320aの形成方法が異なる。

【0166】SAWデバイス300hでは、第1の部材320xは、圧電基板11の一主面11a上に形成される。第1の部材320xは、感光性樹脂からなり、たとえば、液状レジスト、ドライフィルムレジスト、感光性ポリイミドなどからなる。

【0167】以下、空間形成部材320aの形成方法について説明する。まず、楕形電極12と電極パッド13と配線ライン18(図1(B)参照)とを形成した圧電基板11を用意する。そして、フォトリソグラフィー法で感光性樹脂をパターンニングすることによって、圧電基板11の一主面11a上に第1の部材320xを形成する。このとき、第1の部材320xの中央には、楕形電極12が振動可能な空間を形成するための貫通孔を形成する。なお、パンプ14は、貫通孔の内側に配置されてもよいし、貫通孔の外側に配置されてもよい。

【0168】第2の部材320yは、回路基板310上に形成される。そして、パンプ14と配線ライン312とを接続する際に、第1の部材320xと第2の部材320yとを接着する。

【0169】SAWデバイス300hでは、フォトリソグラフィー法によって第1の部材320xを精度よく形成できる。したがって、SAWデバイス300hでは、第1の部材320xの変形を抑制できるとともに、デバイスの小型化が可能である。

【0170】(実施形態24)実施形態24では、実施形態14で説明したSAWデバイスについて一例を説明する。実施形態24のSAWデバイス300iについて、断面図を図36に示す。

【0171】SAWデバイス300iは、実施形態18で説明したSAWデバイス300bと比較して、パンプ14と配線ライン312との接続の方法、および空間形成部材が異なる。

【0172】SAWデバイス300iの空間形成部材320bは、樹脂シート内に分散された固形充填物320zを含む点が、空間形成部材320とは異なる。固形充填物320zは、導電性を有する固形物であり、材料、大きさ、大きさの分布には特に限定はない。固形充填物320zとしては、たとえば銀粉、ニッケル粉、銀-パラジウム合金粉、または金粉を用いることができる。また、ニッケルめっき、またはニッケル/金めっきされたプラスチック粉末を用いることもできる。

【0173】空間形成部材320bに占める固形充填物320zの含有率は特に限定はないが、パンプ14と配線ライン312とを接続するために所定量以上にしておく必要がある。固形充填物320zの含有率は、10体積%以上であることが好ましい。固形充填物320zの

含有率を所定量にしておくことによって、パンプ14を空間形成部材320bに埋没させたときに、パンプ14と固形充填物320zとを確実に接触させることができる。これによって、電極パッド13、パンプ14および固形充填物320zを介して、パンプ14と配線ライン312とを電気的に接続できる。一方、固形充填物320zの含有率が過大になると、空間形成部材320bの柔軟性などの特性が低下してしまうため、含有率は所定量以下にすることが好ましい。具体的には、固形充填物320zの含有率は50体積%以下であることが好ましい。

【0174】SAWデバイス300iでは、パンプ14が空間形成部材320bを貫通していない。パンプ14と配線ライン312とは直接接触しておらず、固形充填物320zを介して電気的に接続されている。この構成によれば、回路基板310に過大な荷重をかけることなくパンプ14と配線ライン312とを電気的に接続することができる。SAWデバイス300iでは、SAW素子301は、パンプ14と空間形成部材320bとによって固定される。

【0175】SAWデバイス300iの製造方法は、実施形態16で説明したSAWデバイス300の製造方法と比較して、空間形成部材320を作製する工程と、パンプ14と配線ライン312とを電気的に接続する工程のみが異なる。これらの工程以外の工程は、実施形態16の製造方法と同様であるため、重複する説明は省略する。

【0176】まず、空間形成部材320bを作製する工程について説明する。空間形成部材320bは、硬化前の樹脂や半硬化状態の樹脂に、固形充填物320zを分散させることを除いて、空間形成部材320と同様の方法で作製できる。

【0177】次に、パンプ14と配線ライン312とを電気的に接続する工程について説明する。パンプ14は、その高さが空間形成部材320の厚さよりも低くなるように形成される。回路基板310とSAW素子301とは、パンプ14が固形充填物320zを介して配線ライン312と電気的に接続するように、接近させられる。具体的には、図27(B)の工程と同様に、プレスステージ330によって圧電基板11の裏面側を加圧すればよい。加圧は、圧電基板11の一主面11aと空間形成部材320bとが密着するまで行う。なお、パンプ14が空間形成部材320bに埋没しやすいように、空間形成部材320bおよびSAW素子301から選ばれる少なくとも1つの部分を加熱しておくことが好ましい。

【0178】この工程においては、パンプ14と固形充填物320zとの接点、固形充填物320zと固形充填物320zとの接点、および固形充填物320zと配線ライン312との接点に超音波を印加してもよい。すな



わち、バンプ14、固形充填物320z、および配線ライン312のそれぞれの間を超音波接合してもよい。超音波接合を行うことによって、電気的な接続を信頼性よく行うことができる。超音波の印加条件は、種々選択できる。

【0179】SAWデバイス300iでは、空間形成部材320bとバンプ14とによってSAW素子301を固定するので、バンプ14のみで固定する従来の方法と比べて、超音波出力を小さくできる。その結果、SAW素子301の圧電基板11が衝撃によって割れることを抑制できる。

【0180】さらに、バンプ14と配線ライン312とを電気的に接続したのち、加熱処理を行って空間形成部材320bを硬化させてもよい。加熱処理の条件は、空間形成部材320bの材料に応じて選択できる。具体的には、温度150℃、1時間の条件で行うことができる。この加熱処理によって、圧電基板11の一主面11aと空間形成部材320bとの密着性、および空間形成部材320bと回路基板310との密着性を向上できる。その結果、密閉空間326の気密性を向上できる。

【0181】加熱処理の際には、バンプ14、固形充填物320z、および配線ライン312は金属的に接合しており、また、空間形成部材320bにはわずかに圧縮応力が作用している。したがって、加熱処理の際に加圧する必要がなく、生産性よく加熱処理を行うことができる。加熱処理によって空間形成部材320bを硬化させることによって、機械的衝撃に強く信頼性の高いSAWデバイスが得られる。さらに、空間形成部材320bがSAW素子301の外形状より大きい場合には、加熱処理によって、空間形成部材320bの樹脂が圧電基板11の側面にも回り込んで、密閉空間326の気密性を向上させることができる。

【0182】(実施形態25) 実施形態25では、本発明の回路モジュールについて一例を説明する。実施形態25の回路モジュール370について、断面図を図37に示す。

【0183】回路モジュール370は、実施形態18で説明したSAWデバイス300bと比較して、回路部品371を備える点が異なる。回路モジュール370は、回路基板310、空間形成部材320b、SAW素子301、保護部材327および回路部品371を備える。回路基板310、空間形成部材320b、SAW素子301および保護部材327は、上述したものと同様である。なお、図37においては、固形充填物320zの図示は省略する。

【0184】回路モジュール370では、SAW素子301に加えて、配線ライン312に回路部品371が実装されている。回路部品371のバンプは、空間形成部材320bに埋没しており、回路部品371は空間形成部材320bによって固定されている。回路部品371

のバンプは、空間形成部材320bの固形充填物320zによって配線ライン312に電気的に接続されている。なお、空間形成部材320bの代わりに空間形成部材320または320aを用いてもよい。この場合には、SAW素子301および回路部品371は、配線ライン312に直接実装される。回路部品371は、機能素子を含み、たとえば、ダイオードスイッチ、アンプ、高周波ICといった半導体デバイスや、インダクタ、キャパシタ、および抵抗素子などを含む。

【0185】これらの回路部品371は、SAWデバイス300iのSAW素子301を配線ライン312に実装する方法と同様の方法で配線ライン312に実装することができる。なお、回路部品371を実装したのち、圧電基板11の裏面および回路部品371の裏面を研削して圧電基板11および回路部品371を薄くしてもよい。これによって、回路モジュール370をより薄くすることができる。

【0186】実施形態25の回路モジュール370では、SAW素子301と回路部品371とを、回路基板310上に高密度に実装できる。このため、回路モジュール370によれば、回路モジュールの小型化および低コスト化を実現できる。

【0187】以上、本発明の実施の形態について例を挙げて説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されず本発明の技術的思想に基づき他の実施形態に適用することができる。

【0188】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のSAWデバイスは、従来のSAWデバイスによりもさらに小型化が可能であり、また、低コスト化および信頼性の向上を実現できる。本発明のSAWデバイスは、たとえば、通信機器に搭載される周波数フィルタや共振器に用いることができる。

【0189】また、本発明のSAWデバイスの製造方法によれば、本発明のSAWデバイスを容易に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のSAWデバイスについて一例を示す断面図である。

【図2】 36° yカットタンタル基板のカット角を示す図である。

【図3】 本発明のSAWデバイスについて他の一例を示す断面図である。

【図4】 本発明のSAWデバイスの製造方法について一例を示す工程断面図である。

【図5】 図4の製造方法について工程の一部を示す図である。

【図6】 図4の製造方法について一部の工程の一例を示す図である。

【図7】 図4の製造方法について一部の工程の他の一

例を示す図である。

【図8】 図4の製造方法について一部の工程の他の一例を示す図である。

【図9】 図4の製造方法について一部の工程の他の一例を示す図である。

【図10】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図11】 本発明のSAWデバイスの製造方法について他の一例を示す工程断面図である。

【図12】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図13】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図14】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例の一部を示す断面図である。

【図15】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図16】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図17】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図18】 本発明のSAWデバイスの製造方法についてその他の一例を示す工程断面図である。

【図19】 本発明のSAWデバイスの製造方法についてその他の一例を示す工程断面図である。

【図20】 本発明のSAWデバイスの製造方法についてその他の一例を示す工程断面図である。

【図21】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図22】 本発明のSAWデバイスについてその他の例を示す断面図である。

【図23】 本発明のSAWデバイスについてその他の例を示す断面図である。

【図24】 本発明のSAWデバイスについてその他の例を示す断面図である。

【図25】 本発明のSAWデバイスについてその他の例を示す断面図である。

【図26】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図27】 本発明のSAWデバイスの製造方法についてその他の一例を示す工程断面図である。

【図28】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図29】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図30】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図31】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図32】 本発明のSAWデバイスについてその他の

一例を示す断面図である。

【図33】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図34】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図35】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図36】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図37】 本発明のSAWデバイスについてその他の一例を示す断面図である。

【図38】 従来のSAWデバイスについて一例を示す断面図である。

【図39】 従来のSAWデバイスについて他の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

10、30、100、120、130、140、15

0、160、170、210、210a～c、300、300a～i SAWデバイス

11、31 圧電基板

11a、310a 一主面

11b 他主面

12、32 楕形電極

13、33 電極パッド

14、34 バンプ

15、35、35a 絶縁性シート（樹脂を含む部材）

16、36、36a、215 側壁

17、37 外部電極

18、38、312 配線ライン

19、39、109、129、219、326 密閉空間

34a 電極端子部

35b 屋根部

40、301 SAW素子

41 キャリア

101、101a 隔壁

121 屋根部材

141 膜

151、161、171、327 保護部材

181、191 台座

201 配線基板

240、250、370 回路モジュール

251 セラミクス積層基板

310 回路基板

311 基体

313 ビア電極

314 内部電極

320、320a、320b 空間形成部材（樹脂を含む部材）

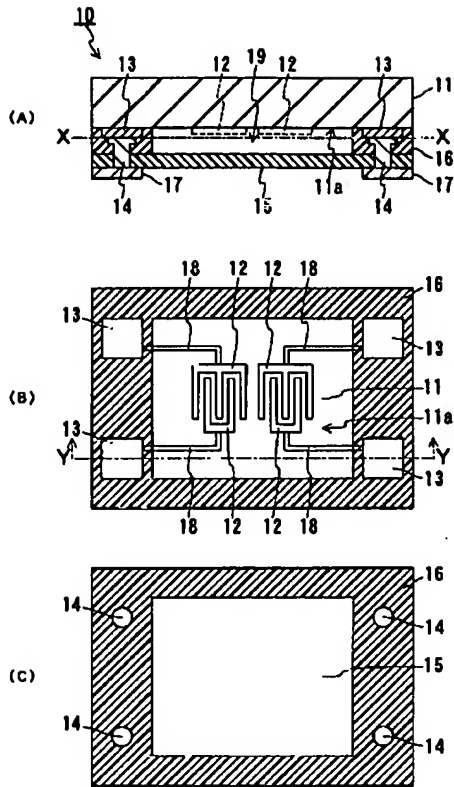
320x 第1の部材



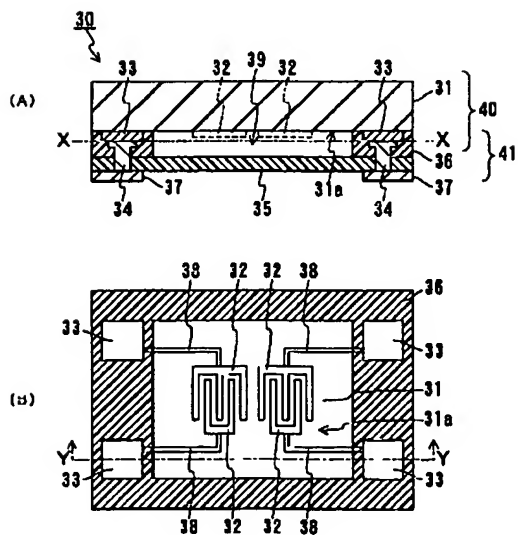
320y 第2の部材  
320z 固形充填物

371 回路部品（機能素子）

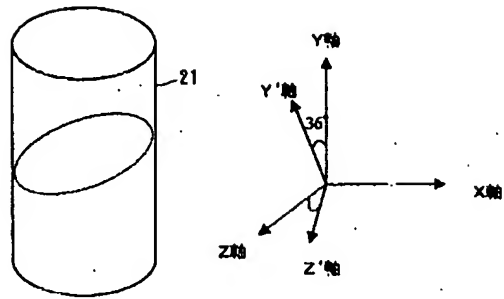
【図1】



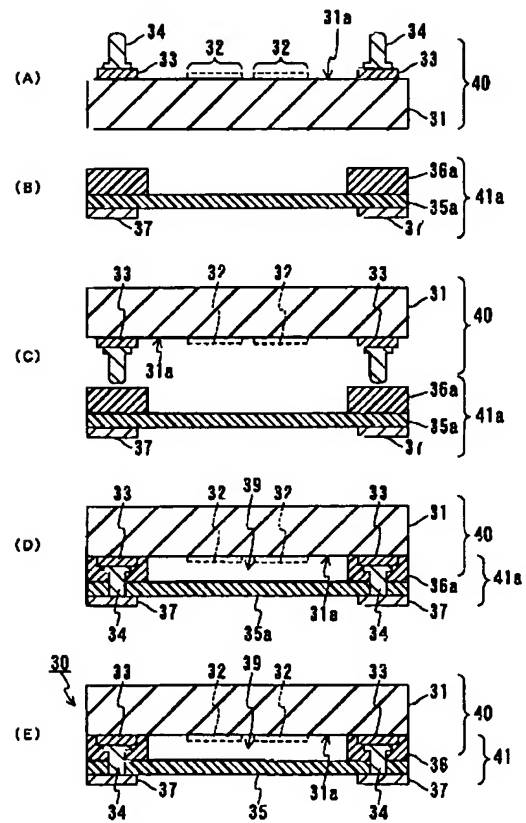
【図3】



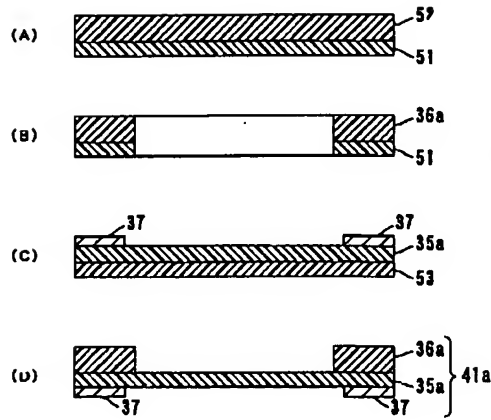
【図2】



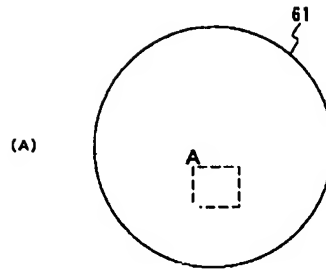
【図4】



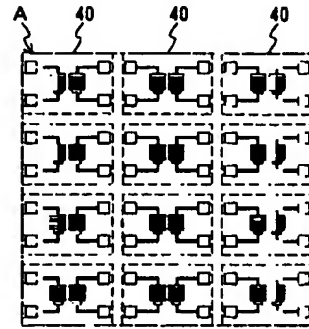
【図5】



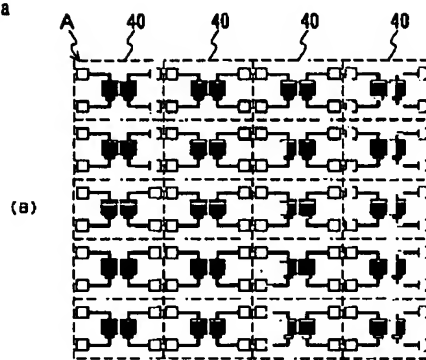
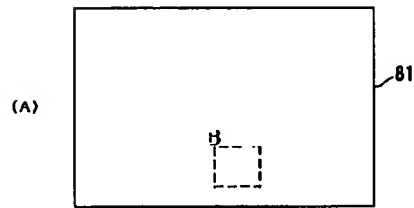
【図6】



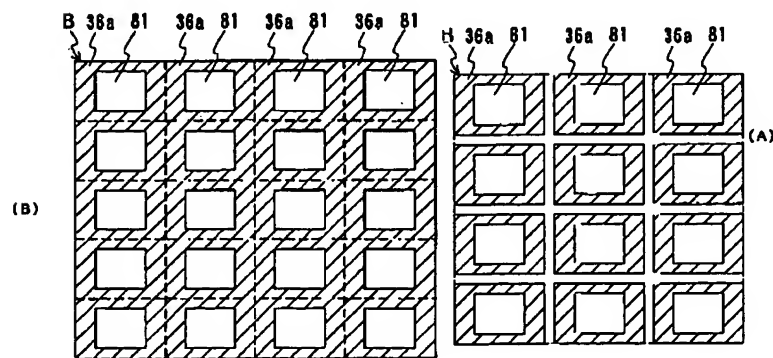
【図7】



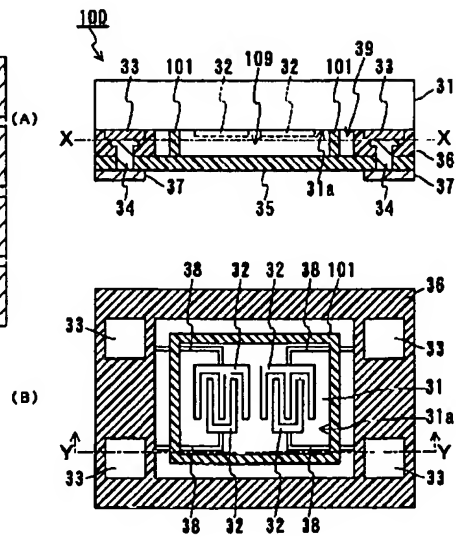
【図8】



【図9】



【図10】



【図12】

